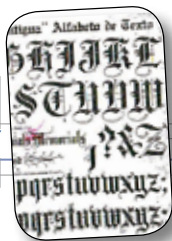


"METEOETIMOLOGÍA"



«El clima es un hermoso sistema rico en conexiones y complejidades».
ABRAHAM H. OORT. AÑO 1986.

Un paseo etimológico por la climatología (I)

ALEJANDRO MÉNDEZ FRADES, AEMET.

«El clima de un lugar es un concepto complejo, a pesar de que la vulgaridad de la palabra desliza el pensamiento a creerla bien conocida». JOSÉ MARÍA LORENTE. CONFERENCIAS DE CLIMATOLOGÍA (CSIC). AÑO 1945.

Etimología procede del griego y consta de étimos: «verdadero» y logos: «palabra». Podría afirmarse que su significado *etimológico* es el de «cualidad de la verdad de la palabra». En efecto, la *esencia* o el *verdadero significado* de la palabra es el principal cometido que persigue esta disciplina lingüística. En esta nueva entrega, voy a dar a conocer el origen y la evolución que han experimentado algunos conceptos que residen dentro del campo de la climatología.

CLIMA y SISTEMA CLIMÁTICO: el origen de la palabra *clima* hunde sus raíces en la época de la antigua Grecia. Procede del griego *klima*: «inclinación», aludiendo precisamente a la esfericidad que muestra la Tierra desde el ecuador hacia los polos. Esta peculiaridad geográfica tendrá una gran

repercusión con la radiación solar recibida y en última instancia, será la principal responsable de la distribución de la temperatura a escala planetaria. En líneas generales, podría afirmarse que la temperatura en un determinado punto de la Tierra está determinada por el stock de radiación solar recibido, de modo que las diferencias de latitud serán sinónimo de diferencias térmicas. Así, se definió *klimata* como aquellas regiones espaciales que se diferencian entre sí por la insolación. La pertenencia a una *klimata* concreta supone una determinada recepción de cantidad solar, que a su vez inducirá rasgos singulares en su correspondiente medio (figura 1).

La noción de clima, que primitivamente estaba estrechamente relacionada con el *grado de inclinación* de los rayos solares, ha jugado un papel clave en el estudio del sistema Tierra

– Atmósfera, ya que ha sido empleado como un elemento de diferenciación espacial, facilitando una explicación racional a ciertos comportamientos observados (distribución de bosques y recursos hídricos, gastronomía, asentamientos humanos, costumbres, etc.) [1]. De hecho, las primeras clasificaciones climáticas se basaban únicamente en criterios astronómicos.

Con el paso de los siglos y la mejora del conocimiento científico, se observó que las diferencias climáticas no tenían por qué deberse única y exclusivamente a factores térmicos, sino que habría que considerar el papel relevante de otros factores. Esta idea fue advertida por Alejandro de Humboldt (1769-1859) [2], uno de los grandes naturalistas y exploradores de la historia,

que legó en uno de sus escritos: «trataré de averiguar cómo las fuerzas de la naturaleza actúan unas sobre otras y de qué manera el entorno geográfico ejerce su influencia sobre los animales y plantas [...], debo de aprender acerca de la armonía en la naturaleza».

En el siglo XIX, concretamente a partir del año 1860, se inicia la etapa instrumental [3]. Es entonces cuando se crean las primeras redes de observatorios meteorológicos, lo cual

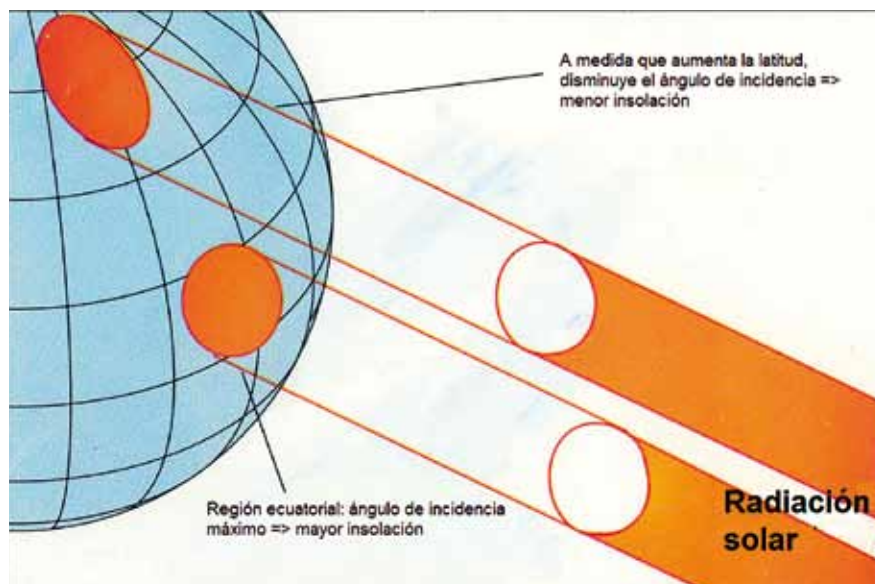


Figura 1. La radiación solar recibida sobre la Tierra fue el primer comportamiento en el que se fijaron los científicos para establecer el concepto de clima. Como puede apreciarse, un elevado ángulo de incidencia implica que los rayos solares se distribuyan sobre una superficie pequeña, lo cual lleva a un aumento de la insolación. Por otra parte, a medida que se asciende de latitud, el ángulo de incidencia de los rayos solares disminuye sobre superficies cada vez mayores, reduciéndose la intensidad de radiación. Imagen adaptada de los módulos de enseñanza del Departamento de Geografía, del Hunter College (Nueva York).



supondrá una notable mejoría en la disponibilidad de medidas directas fiables de las variables atmosféricas más relevantes. Como consecuencia de ello, se produce un primer avance en lo que al concepto clima se refiere, ya que se va a definir en virtud del comportamiento de la atmósfera. La definición propuesta por el meteorólogo austriaco Julius von Hann (1839-1921) en el año 1883 [4] precisaba el clima como una «*síntesis de las condiciones atmosféricas que concurrían en un determinado lugar y a lo largo de un periodo de tiempo cronométrico establecido*».

La gran difusión y aceptación de este arquetipo, permitió asimilar la idea de que el clima se correspondía con el comportamiento medio de las condiciones atmosféricas en un determinado lugar. En esta misma línea, me gustaría rescatar dos enriquecedoras aportaciones de Lorenzo García de Pedraza (1924-2011) [5]:

i. «*El tiempo atmosférico (temperie en castellano; weather en inglés), indica la acción instantánea y cambiante del comportamiento atmosférico en un lugar determinado, mientras que el clima viene a ser un estado medio de los tiempos atmosféricos que se presentan sobre un lugar. Así, el clima es un valor calculado y no de observación directa como lo sería el tiempo atmosférico*». Este último comentario está inspirado en la definición clásica considerada por el matemático y meteorólogo estadounidense Edward Lorenz (1917-2008) en el año 1982: «*weather is what you get; climate is what you expect*», que podría traducirse al castellano como: *el tiempo es lo que tienes; el clima es lo que esperas*». El verbo «esperar» alude precisamente al concepto estadístico de *valor esperado*, es decir, el comportamiento medio de un conjunto de medidas, de naturaleza fluctuante, asociadas a un parámetro atmosférico.

A los ojos del estado actual del arte, García de Pedraza comete un pequeño abuso de lenguaje cuando señala que el clima es un *valor calculado y no de observación directa*. El clima es un hecho observable. Ahora bien, no resulta trivial dar una explicación plausible a la distribución del gran mosaico de climas que orlan la Tierra, haciendo énfasis en el comportamiento atmosférico.

ii. «*Con los tiempos de los abuelos se define el clima de los nietos*». Aquí se pone de manifiesto, de una forma muy ilustrativa y fácil de entender por parte del lector, de la importancia que tiene la consideración del tiempo cronométrico en aras de establecer el clima de una determinada región espacial, que según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) es de treinta años.

Por otra parte, hay añadir que el clima muestra un comportamiento variable. No es el elemento fósil de la meteorología. Constituye tanto un agente impelente como una característica que tiende a ser alterada. Así, puede ocurrir que el *clima de los bisnietos* muy seguramente sea diferente al de sus antepasados más inmediatos. ¿Cuánto de diferente? ¿A qué se debe la mencionada variabilidad? Estos nuevos inte-

rogantes motivarán la revisión de esta definición con claras connotaciones atmosféricas.

El pequeño análisis anterior ha demostrado que el concepto que se tenía del clima, según el paradigma de von Hann, era correcto, pero incompleto.

Así, a mediados del siglo XX, a rebufo del desarrollo de la Teledetección, erigiéndose como un novedoso y privilegiado sistema de observación terrestre, la sociedad comienza a sentir un inusitado interés por el medio que le rodea, ya que comienza a percibirse el posible impacto, a escala planetaria, de las actividades socioeconómicas sobre los recursos naturales, remarcando las dramáticas consecuencias para la población mundial en caso de agotamiento.

En este estado de cosas, se produce la consolidación de la denominada *Teoría General de los Sistemas* como modelo de conocimiento eficaz en el estudio de los fenómenos naturales, lo cual llevará a la consideración del *clima* como *sistema* y no solamente en base al comportamiento de una pequeña parte del sistema terrestre, como es la atmósfera [6]. Así, la forma de abordar la problemática medioambiental, señalada anteriormente, es a través de la consideración del clima desde una perspectiva global, lo cual permitirá dar respuesta a ciertos comportamientos naturales observables.

Todo lo anterior queda perfectamente sintetizado por Alberto Linés Escardó (1924-2004) a través de las siguientes líneas: «*para profundizar en el concepto de clima es preciso no polarizar nuestra atención sólo en la atmósfera, como único foco de nuestro interés [...]. A lo largo de mucho tiempo, los climatólogos se han centrado básicamente en el análisis de parámetros atmosféricos*» [7].

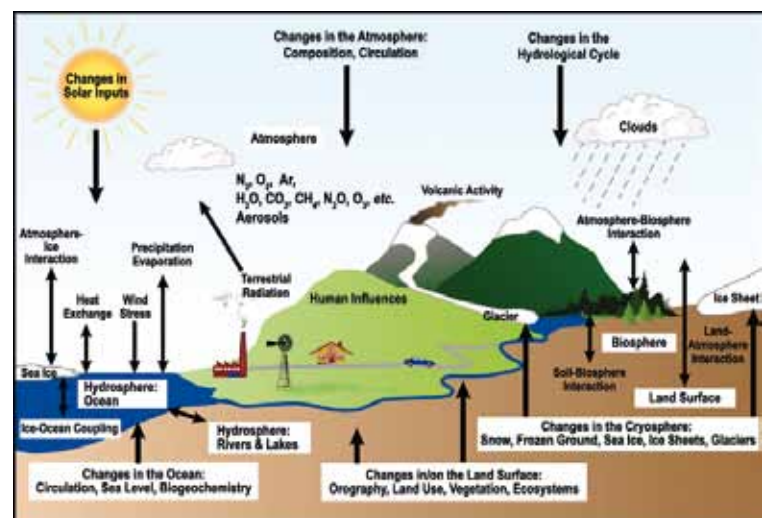


Figura 2. El sistema climático considera al clima como el resultado de la interacción de varios subsistemas, de diferente naturaleza. En la actualidad son cinco, todas ellas, proceden etimológicamente del griego: atmósfera (atmos: vapor), hidrosfera (hidros: agua), criosfera (krios: frío), litosfera (lithos: piedra) y biosfera (bios: vida). (fuente: FAQ1.2, Figura 1 IPCC -2007).

Así pues, el **sistema climático** fue definido en el año 1975 durante el Programa Global de Investigación Atmosférica GARP de la OMM [8], de la siguiente forma:

«El sistema climático constituye todo un entramado global, altamente complejo, compuesto a su vez por numerosos subsistemas muy realimentados y que intercambian constantemente información entre sí. Dichos subsistemas son: atmósfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y biosfera. De esta forma, los climas del mundo no son más que el resultado de la interacción de los diferentes subsistemas que concurren en la anterior definición». (Figura 2).

Esta nueva concepción supuso un gran avance científico ya que permitió introducir de forma espontánea otras nociones subyacentes, de gran importancia y tan en boga, como son el cambio climático, forzamiento radiativo, anomalía climática, variabilidad climática, modelización climática, etc.

Entrado el siglo XXI, me parece muy interesante rescatar una opinión sugerida por el reconocido climatólogo y geógrafo Javier Martín Vide, en una conferencia que se celebró hace tres años en la Sede Central de AEMET. En ella, señalaba que, a día de hoy, sería preciso considerar una *sexta componente* en el sistema climático, que se correspondería con el *sistema socioeconómico* ya que los casi ocho mil millones de habitantes que pueblan la Tierra tienen capacidad para alterar, a escala global, el resto de componentes. El ser humano continuamente trata de adaptar el medio a sus necesidades.

En definitiva, este repaso histórico ha permitido descubrir la riqueza semántica que alberga este concepto tan complejo de definir.

La etimología nos ha demostrado que el concepto radiativo “insolación” tiene el honor de poseer el patrocinio de la palabra clima. Con el paso de los siglos, gracias al saber aportado por otras disciplinas (física de la atmósfera, geografía, química atmosférica, ciencias sociales, etc.), se descubrió que se trataba de un alambicado concepto, de carácter global y dinámico, cuya denominación adecuada sería la de sistema climático, siendo precisamente el clima, un estado del sistema climático.

INSOLACIÓN: representa la cantidad de radiación solar que incide en la superficie terrestre. Sus dimensiones físicas son de potencia por unidad de superficie. La etimología asociada a este concepto es bastante confusa. Me gustaría destacar dos alternativas que podrían arrojar luz sobre esta cuestión:

i. El Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua considera que procede de la forma latina *insolatio*, que a su vez deriva del verbo *insolare*, «exponer al sol».

ii. Algunos textos de lengua inglesa apuntan a que su origen tiene que ver con la *yuxtaposición* de las iniciales del siguiente trío de palabras: «**Incoming solar radiation**».

Ambas disyuntivas resaltan la gran importancia que juega el Sol en el sistema Tierra-Atmósfera, la cual ya fue advertida en algunos tratados de Medicina del siglo XIX, como prueba el siguiente fragmento: “*la insolación es la exposición*

al Sol para calentarse con sus rayos, muy saludable en muchas enfermedades de languidez y especialmente a los viejos si es moderada” [9]

FORZAMIENTO: procede del latín *fortis*: «fuerza». Así, su significado etimológico podría ser el de *capacidad para variar la forma o el estado de un sistema*, siendo, en este caso, el *sistema climático*.

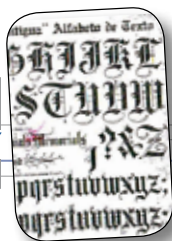
Un forzamiento radiativo es un desequilibrio en el límite superior de la atmósfera impuesto al balance de energía del sistema climático que causa un cambio observable, el cual viene materializado por una variación en la temperatura global. Sus dimensiones físicas son de potencia por unidad de superficie.

La definición operativa adoptada por el IPCC para el forzamiento radiativo se debe al prestigioso científico indio Venkatachalam Ramaswamy [10] (año 2001) en la que usa la tropopausa en vez del límite de la atmósfera como nivel de referencia, indicando que el desequilibrio se calcula después de que la estratosfera haya alcanzado un nuevo estado de equilibrio.

Referencias:

- [1] El clima: factor de diferenciación espacial. Divisiones regionales del mundo desde la antigüedad al siglo XVIII. Jorge Olcina Cantos. Investigaciones geográficas. Número 15. Año 1996. Páginas 79-98.
- [2] El clima de la península Ibérica. José Jaime Capel Molina. Ariel Geografía. ISBN: 84-344-3466-0. 282 páginas. Año 2000.
- [3] ¿Estamos cambiando el clima? José Miguel Viñas. 2ª edición revisada. Equipo Sirius. ISBN: 978-84-95495-78-5. 183 páginas. Septiembre de 2007.
- [4] Diccionario de Climatología. Antonio Gil Olcina, Jorge Olcina Cantos. Acento Editorial. ISBN: 8448304012. Acento Editorial. Año 1998.
- [5] Tiempo y clima en España. Meteorología de las Autonomías. Lorenzo García de Pedraza, Ángel Reija Garrido. ISBN: 9788423708062. Dosat Editorial. 410 páginas. Año 1994.
- [6] Climatología. José María Cuadrat y María Fernanda Pita. Cátedra. Sexta edición (2011). ISBN: 978-84-376-1531-8. 498 páginas. Año 2006.
- [7] Cambios en el sistema climático. Una aproximación al problema. Alberto Linés Escardó. Ediciones INM. ISBN: 84-7837-056-0. Año 1990.
- [8] Principios de Meteorología y Climatología. Manuel Ledesma Jimeno. Editorial Paraninfo. ISBN: 978-84-9732-566-0. 552 páginas. Año 2011.
- [9] Diccionario de ciencias médicas por una sociedad de los más celebres profesores de Europa. [Traducido al castellano por varios facultativos de esta corte]. Imprenta de Don Mateo Repullés. Madrid. Año 1824. Página 144.
- [10] Ramaswamy, V., O. Boucher, J. Haigh, D. Hauglustaine, J. Haywood, G. Myhre, T. Nakajima, G. Y. Shi, y S. Solomon (2001), Radiative forcing of climate change, in *Climate Change 2001: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by F. Joos y J. Srinivasan, pp. 350-416, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.

“METEOETIMOLOGÍA”



«El clima es lo percibido y vivido por el ser humano más la explicación de sus causas»

PIERRE PEDELABORDE

Un paseo etimológico por la climatología (y II)

ALEJANDRO MÉNDEZ FRADES, AEMET.

De entre las numerosas definiciones que existen del concepto clima, la que encabeza esta sección –una de las favoritas de Jorge Olcina Cantos [1]– bien podría resumir la inquietud científica que siempre ha existido por lograr comprender la fenomenología observada en el sistema climático. En esta sección se darán a conocer tres de gran importancia:

EFECTO INVERNADERO: El interés de la comunidad científica por esta evidencia atmosférica se sitúa en los albores 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 °C), muy lejos de lo que se correspondiente con la realidad (15 °C).

En este sentido, Fourier reconoció que podría deberse a que la atmósfera terrestre tiene, de algún modo, 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 introduce en ella, a la vez que el calor no podría escapar. Ello podría impedir 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 *heliotermómetro* (también conocido por *Hot-box*), ideado por el físico francés Edme Mariotte (1620-1684), el cual se basaba en el comportamiento que experimenta la luz cuando atraviesa fácilmente el vidrio pero no así el calor radiante [2]. Para Fourier, «la atmósfera atrapa el calor emitido por la superficie como si éste estuviera debajo de una vidriera de cristal».

Como afirma Javier Martín Chivelet en su obra “Cambios Climáticos”, la idea de Fourier podría resumirse como sigue: «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».

Ahora bien, esta concepción es *errónea*. Hay que resaltar 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. El interior de un invernadero se mantiene ca-

liente 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 (figura 1).

Desde un punto de vista histórico, Fourier es un personaje interesante. Además de su reconocido prestigio científico (considerado como el «Isaac Newton del calor»), fue Barón, amigo personal de Napoleón Bonaparte y un prestigioso egiptólogo. Huérfano a los 9 años, el destino quiso que precisamente el calor lo matase: murió asfixiado debido a una mala combustión de su calefacción en París en el año 1830. [3]

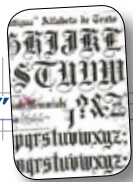
Habría que esperar casi tres décadas para que se descubriera esa misteriosa capacidad que tenía la atmósfera terrestre, gracias a los estudios llevados a cabo por el científico británico John Tyndall (1820-1893). Corría el año 1859 cuando en su laboratorio observó que los gases atmosféricos mayoritarios (nitrógeno y oxígeno) eran transparentes a la radiación terrestre mientras que, en cambio, el metano y el dióxido de carbono mostraban una acusada opacidad a ésta, gracias a la experimentación con gas hulla (muy empleado por entonces, como combustible en calefacciones y para el alumbrado público).

Tyndall señalaba que, a pesar de que había una escasa concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, era la suficiente como para provocar unas condiciones térmicas adecuadas ya que, de toda la radiación de onda larga que escapa de la superficie terrestre, una parte es absorbida por el vapor de agua, el dióxido de carbono y el metano –entre otros– y la otra se irradia hacia la superficie terrestre y hacia 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». [4]

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».



Aparte de trabajar como perito en empresas ferroviarias inglesas, Tyndall colaboró con Michael Faraday (1791-1867) en numerosos proyectos de experimentación con el campo magnético. Fue el primer científico en explicar por qué el cielo es azul. Era un estajanovista científico. Tenía la costumbre de trabajar por las noches a fin de cumplir escrupulosamente con sus obligaciones profesionales. Con el paso de los años, su salud lo acusó, llegando a tener graves problemas de insomnio. Se casó a los 56 años y el destino quiso que su mujer, Louisa Charlotte Hamilton (1845-1940) fuera la que accidentalmente acabara con su vida, ya que se equivocó involuntariamente con la dosis de una droga hipnótica que solía tomar su marido todas las noches, con el fin de amortiguar los problemas de descanso nocturno.

Años más tarde, en 1896, el científico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) determinó cuantitativamente el efecto que se produce como consecuencia de la variación de dióxido de carbono en la atmósfera. Este hallazgo se produjo a lo largo de sus investigaciones por dar una explicación a la Edad de Hielo de la época prehistórica. Sus cálculos se efectuaron con papel y lápiz a lo largo de un año, dedicando doce horas diarias, lo que le permitió evadirse de su depresión a causa de su ruptura matrimonial.

A día de hoy, la comprensión del efecto invernadero está prácticamente superada. Como bien sabemos, éste es el resultado de la interacción que existe entre las capas atmosféricas. Cada una de ellas absorbe radiación infrarroja en su parte inferior y la reemiten en su parte superior hacia arriba y hacia abajo. El ritmo al cual el planeta se enfría está determinado por la temperatura media de la capa superior de la atmósfera cuya emisión se escapa al espacio exterior. En pocas palabras, *el efecto invernadero consiste en la absorción y en la reemisión de la radiación infrarroja por gases atmosféricos y nubes*. En este sentido, resulta oportuno el siguiente comentario del citado Javier Martín-Chivelet: «este proceso se aproxima más bien al efecto de una manta sobre nuestro cuerpo caliente en una noche in-

vernal que al de un invernadero sobre las plantas que se desarrollan en su interior».

La historia ha demostrado que el efecto invernadero es una denominación desafortunada. Más bien constituye una bella metáfora de cómo la atmósfera pone trabas a la radiación terrestre saliente, con el fin de que la temperatura media superficial de la Tierra adquiera valores aceptables para el desarrollo de la vida.



Figura 1: La idea primigenia que se tenía del Efecto invernadero (bien ilustrada por este dibujo de Gabriela Cuevas) no deja de ser una visión romántica que trata de explicar la interacción entre la atmósfera y la radiación terrestre, de la que hoy sólo nos queda su denominación. (Dibujo extraído de la Agenda “El Tiempo” de AEMET. Año 2017).

Tres nombres propios, que comparten destinos vitales desdichados (Fourier, Tyndall y Arrhenius), son los que expresaron su intelecto para dar una explicación racional a este fenómeno atmosférico, aunque fue el astrofísico británico Henry Poynting (1852-1914) quien, de forma involuntaria, acuñó por primera vez la denominación «efecto invernadero». [5]

CAMBIO CLIMÁTICO:

A pesar de la sencilla etimología de «cambio» (según el Diccionario de la Real Academia Española procede del latín tardío «cambium»: *hacer trueque, dar una cosa por otra*), se trata un concepto que reviste gran interés en la climatología. Como ya se ha demostrado científicamente, el sistema climático es de naturaleza cambiante, tiene «appeal». Así pues, *cambio climático podría definirse como «el intercambio o trueque que se produce entre dos estados del sistema cli-*

mático que produce efectos observables».

Este concepto fue señalado por el americano Wallace Broecker, en su trabajo: “*Cambio Climático: ¿Estamos al borde de un acusado calentamiento global?*”, publicado en la revista *Nature*, en la que advertía que las temperaturas subirían a causa de las emisiones de dióxido de carbono de procedencia antropogénica.

El Quinto Informe del IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) define el Cambio Climático como «una variación del estado del clima que puede ser identificada mediante pruebas estadísticas a través de cambios en la media y/o variabilidad de sus propiedades, a lo largo de un periodo de tiempo considerado». Por otra parte, la Conven-

ción Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, considera el cambio climático atribuible a las actividades socio-económicas: «*el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables, diferenciando además, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (cambios en el ciclo solar y parámetros astronómicos, erupciones volcánicas, fluctuación en la circulación termohalina, ENSO, etc.)*».

La siguiente cita de Broecker podría resumir de forma elegante la física que se esconde tras este concepto: «*Los datos del paleoclima nos proclaman a gritos que el sistema climático, lejos de estabilizarse, es una bestia con malas pulgas que reacciona de manera exagerada a la menor provocación*». [6]

MONZÓN: En el Quinto Informe del IPCC, el monzón consiste en la inversión estacional de los vientos de superficie y de la precipitación asociada, por efecto de las diferencias entre el calentamiento de la masa terrestre y del océano adyacente, que se produce en las regiones tropical y subtropical.

Augusto Arcimis (1844-1910) señalaba a finales del siglo XIX: «*monzón parece provenir del árabe maucin, maussim o moussim, que significa estación o cambio y es corrupción de la voz malaya mu-san. El nombre indica que dicho meteoro está sujeto a una inversión en el curso del año, manifestándose en dos modos contrarios, según las estaciones*». Añade además: «*pertenecen a la clase de los vientos llamados periódicos, y, aunque soplan en muchas partes del globo [...] los que casi únicamente da este nombre son los de la India*» [7].

La definición clásica de Ramage, del año 1971, considera el monzón como una inversión estacional de los vientos dominantes en superficie en las regiones de Asia meridional y del océano Índico, acompañada por un cambio en el régimen de precipitación; lluvias con un flujo hacia tierra en verano: **monzón de verano** (los alisios del SE –sureste- se desplazan hacia el norte, convirtiéndose en vientos del SO –suroeste-); tiempo seco con flujo hacia el mar en invierno: **monzón de invierno** (los alisios del NE –noreste- se convierten en vientos del NO –noroeste-). Para los climatólogos indios, el monzón por excelencia es el de verano. Por otra parte, para cuantificar la eficacia de un monzón, suele aludirse a la pluviometría asociada y no a la velocidad del viento [8].

Este fenómeno tiene un gran impacto en la vida de millones de campesinos de la India. Hay que tener en cuenta que las tres cuartas partes de la población activa de este país viven del sector primario y, si a eso añadimos que el 75 % de la precipitación total anual del país es aportada por las lluvias monzónicas, podemos afirmar que estamos ante una economía «**monzón-dependiente**» [9].

Aunque su existencia ya fue advertida por el aventurero y geógrafo griego Eudoxo de Cícico, alrededor del año 115 d. C.,

no fue hasta los siglos XVII y XVIII cuando aparecieron los primeros estudios científicos, realizados por los ingleses Edmund Halley (1656-1742) (notó la importancia del calentamiento diferencial, considerando el monzón como una brisa de mar/tierra de escala planetaria) y George Hadley (1685-1768) (señaló la trascendencia de la rotación planetaria como causante del cambio de la dirección de los vientos) [10].

Referencias:

Bibliografía consultada:

Spencer Weart. *El Calentamiento Global*. Editorial Laetoli. ISBN: 9788493369897. 272 páginas. Año 2009.

Manuel Vázquez Abeledo. *La Historia del Sol y el cambio climático*. Editorial McGraw-Hill, Interamericana de España. ISBN: 9788448120580. 488 páginas. Año 1998.

Javier Martín Chivelet. *Cambios Climáticos. Una aproximación al sistema Tierra*. Editorial: Libertarias- Prodhufi. ISBN: 9788479545420. 328 páginas. Año 1999.

Federico Velázquez de Castro. *25 preguntas sobre Cambio Climático*. Editorial: Libertarias- Prodhufi. ISBN: 9788479546526. 268 páginas. Año 2005.

Brian Fagan. *La corriente de El Niño y el destino de las civilizaciones*. Editorial: GEDISA, Barcelona. ISBN: 8497843045. 352 páginas. Año 2010.

IPCC 5th Assessment Report, WG I Glossary.

Otras referencias:

[1] Entrevista Jorge Olcina por la RAM (Revista aficionado a la Meteorología): <https://www.tiempo.com/ram/204222/entrevista-del-mes-jorge-olcina-cantos/>

[2] Blog de divulgación científica: <http://naukas.com/2016/01/05/descubrimiento-las-eras-glaciales-efecto-invernadero-ii/>

[3] Hay varias versiones que apuntan a esta causa, a pesar de que algún trabajo que apuntan a que falleció de una enfermedad contraída durante su estancia en Egipto.

[4] John Tyndall: *Further Researchs on the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous Matter*. Quarterly Journal Royal Meteorological Society, 64. Año 1938.

[5] Who first coined the term "Greenhouse Effect"?: <http://www.easterbrook.ca/steve/2015/08/who-first-coined-the-term-greenhouse-effect/>

[6] Wallace Broecker: *Cooling the Tropics*. Revista Nature. Año 1995. Esta cita también aparece en el libro "*La Amenaza del Cambio climático*", encabezando el capítulo 5. Autor: Tim Flannery. Editorial Taurus. ISBN: 9788430606092. Año 2005. 456 páginas.

[7] Augusto Arcimis: *Las Monzones*. Revista semanal "La Ilustración Española y Americana". Número 20, (año XL). 30 de mayo 1896. Obtenido de la página web de Divulgameteo.

[8] Antonio Gil Olcina y Jorge Olcina Cantos: *Tratado de Climatología*. ISBN: 978-84-9717-519-7. Instituto Interuniversitario de Geografía. Publicacions de la Universitat d'Alacant. Página 441. Año 2017.

[9], [10] Carlos David Hoyos Ortiz: *Diagnóstico, modelación y predicción del monzón sur-asiático y su variabilidad intraestacional*. Máster en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia. 142 páginas. Año 2003.