

## Un nuevo conflicto: el oscurecimiento global

Mariña Fernández Fernández<sup>1</sup>. Licenciada en CC. Ambientales  
Alumna del Máster Oficial en Riesgos Naturales (Curso 2008-2009)

[mfern03@estudiantes.unileon.es](mailto:mfern03@estudiantes.unileon.es)

El mundo de la ciencia es una esfera de continuo cambio en el que las respuestas a ciertas cuestiones provocan nuevas preguntas sobre acontecimientos recién descubiertos. Cuando parecía que los científicos empezaban a ponerse de acuerdo en las teorías acerca del cambio global que sufre la Tierra, sobre lo que es el calentamiento global y lo que lo provoca, surge un nuevo término, un nuevo impacto del hombre y nuevos interrogantes sobre el futuro del planeta: el oscurecimiento global.

En este artículo se hace un breve análisis sobre las investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Cambio Global relacionadas con el oscurecimiento global: evidencias y efectos que lo determinan.

**Palabras Clave:** Cambio Climático, Calentamiento Global, Contaminación Visible, proyecto INDOEX

### Introducción

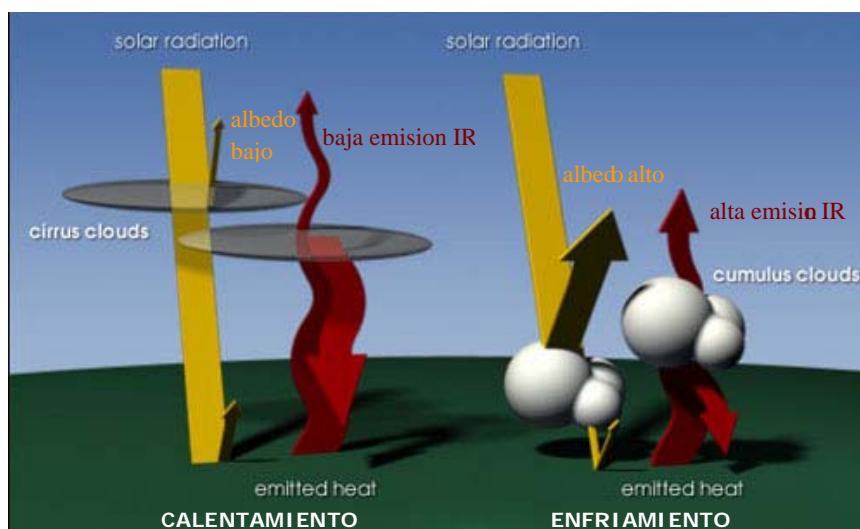
El cambio del clima, tal como se entiende en relación con las observaciones efectuadas, se debe a cambios internos del sistema climático y de la interacción entre sus componentes y/o a cambios del forzamiento externo debidos a causas naturales o a actividades humanas. En general, no es posible determinar claramente en qué medida influye cada una de estas causas. En las proyecciones de cambio climático del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se suele tener en cuenta únicamente la influencia ejercida sobre el clima por los aumentos antropógenos de los gases de efecto invernadero y por otros factores relacionados con los seres humanos.

El calentamiento acelerado que sufre la superficie de la Tierra (calentamiento global) deriva del aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y los océanos provocado por un efecto invernadero intensificado por las actividades humanas unido a los cambios de usos de suelo, contaminación por nitratos... El efecto neto consiste en que parte de la energía absorbida resulta atrapada localmente, y la superficie del planeta tiende a calentarse (IPCC).

El oscurecimiento global vendría a ser, de manera simplista, justo lo contrario, aunque esta contrariedad tiene muchos matices (**Fig. 1**). Oscurecimiento global es un término que se refiere a la reducción de la radiación solar que llega a la superficie terrestre debido a un aumento del

albedo procedente de nubes bajas que crea un efecto de enfriamiento de la superficie.

Se piensa que ha sido provocado por un incremento de partículas en suspensión en la atmósfera, como el negro de carbón (carbonilla) o compuestos de azufre, debido a las actividades humanas (principalmente la combustión de combustibles fósiles, tanto industrial como en el transporte). El oscurecimiento global ha podido llevar a los científicos a subestimar los efectos de los gases de efecto invernadero enmascarando parcialmente el calentamiento global. El efecto varía con la localización, pero globalmente la reducción ha sido del orden de un 4% en tres décadas (1970-1990) (Stanhill et al., 2001 y 2004). La tendencia se ha revertido durante la década de los 90 debido a las medidas de reducción de contaminantes visibles.



**Figura 1:** Comparación de cómo las nubes reflejan la energía del Sol y bloquean las emisiones de las superficies cuando se da calentamiento (nubes altas) o enfriamiento/oscurecimiento global (nubes bajas). (Modificado de *NASA*).

### Evidencias del oscurecimiento global

El oscurecimiento global ha sido estudiado desde tres líneas diferentes:

#### Disminución de la radiación solar que alcanza la superficie terrestre

Los primeros trabajos publicados parecen ser los de Atsumu Ohmura, a mediados de los 80, un geógrafo que investigaba en el Instituto Federal Suizo de Tecnología. Ohmura descubrió que la radiación solar que alcanzaba la superficie terrestre había descendido en más del 10% si se comparaba con las tres décadas anteriores (Ohmura et al., 1989).



Por otra parte, Gerald Stanhill, mientras trabajaba midiendo la intensidad con la que incidían los rayos de sol para un proyecto de sistemas de riego en Israel observó que, entre 1950 y 1980, había ocurrido una reducción severa de luz solar de un 22% en Israel (Stanhill et al., 1996). Stanhill acuñó el término de oscurecimiento global o Global Dimming.

En otro punto del planeta, Beate Liepert llegó a la misma conclusión en los Alpes Bábaros (Liepert, 2002).

De este modo, trabajando independientemente, se encontraron los mismos resultados en distintos lugares del mundo: entre 1950 y 1990, el nivel de energía solar que alcanzaba la superficie de la Tierra había disminuido un 9% en la Antártida, 10% en Estados Unidos, casi un 30% en Rusia y un 16% en Gran Bretaña (Liepert et al., 1997; Stanhill et al., 2004).

Las mayores cifras de reducción se encontraron en latitudes medias del Hemisferio Norte, siendo las regiones del espectro visible e infrarrojo las más afectadas (Adam, 2003).

#### Disminución de la tasa de evaporación en bandeja o tanque

Una línea diferente de investigación, muy útil a la hora de contrastar los resultados, fue la del estudio de la tasa de evaporación en bandeja (medidas de la evaporación diaria producida en una lámina de agua de un grosor determinado).

A lo largo de aproximadamente los últimos 50 años se han recopilado cuidadosamente los registros de evaporimetría.

Considerando que la temperatura global aumenta, lo que se esperaría es que el aire fuera más seco y que la evaporación de los cuerpos terrestres aumentase. En la década de los 90 los científicos advirtieron que, paradójicamente, las observaciones de los últimos 50 años muestran lo contrario. Roderick y Farquhar, con sus investigaciones de la evaporación en bandeja, llegaron al resultado de que la evaporación había decrecido en los últimos 50 años (Roderick y Farquhar, 2002 y 2004).

El decaimiento global en la tasa de evaporación de bandeja indica un cambio importante en el ciclo global del agua que puede derivar en grandes impactos ambientales y socioeconómicos; por ejemplo, se cree que ha podido provocar sequías en algunas zonas (Ramanathan, 2001; Stanhill et al., 2001).

#### Estelas de condensación procedentes de aviones

Algunos climatólogos, como David Travis, han expuesto la teoría de que las estelas de los aviones podrían estar implicadas en el oscurecimiento global (**Fig. 2**).

Durante los tres días siguientes al 11 de septiembre de 2001 el flujo de tráfico aéreo comercial fue interrumpido, lo que proporcionó la oportunidad de observar el clima de Estados Unidos en ausencia del presumible efecto de las estelas y coincidentemente en condiciones de estabilidad atmosférica (situación excepcional para tomar medidas).

Los resultados obtenidos fueron en cierto modo alarmantes. La temperatura (en términos de oscilación térmica) aumentó 1°C en tres días, lo que indicaba que la presencia de las estelas de los aviones podría estar aumentando habitualmente las temperaturas nocturnas y/o disminuyendo las diurnas en cantidades mayores de lo que previamente se pensaba (Travis, 2002).



**Figura 2.** Estelas de condensación de aviones fotografiado por la NASA.

Durante un tiempo la comunidad científica se manifestó escéptica con esta teoría ya que parecía contradecir la teoría del calentamiento global en la que tanto dinero se ha invertido a nivel mundial. Si provenía menos energía del Sol, entonces el planeta debería estar enfriándose cuando en realidad la Tierra se estaba calentando.

No ocurría ningún problema con el Sol, por lo que el problema tenía que derivar de algo que ocurría en la Tierra (prácticamente todas las actividades que llevamos a cabo para producir energía contaminan).

Durante la estación seca del monzón, entre enero y marzo de 1999, se llevó a cabo el proyecto INDOEX (The Indian Ocean Experiment). Éste fue un proyecto internacional cuyo objetivo era obtener medidas del transporte de la contaminación del sur al sureste de Asia a través del océano Índico, para caracterizar la composición química de la atmósfera y averiguar si la contaminación visible (producida por la quema de combustible) podría ser la causante del oscurecimiento global. Se tomaron medidas durante cuatro años para monitorizar la atmósfera y evaluar la importancia de los aerosoles en este contexto.

Para ello, las Maldivas eran el lugar perfecto ya que presentan al norte una línea de islas bajo el efecto del aire sucio (neblina marrón) procedente de la

India, mientras que las islas del sur disfrutaban del aire limpio procedente de la Antártida. El profesor Ramanathan (Universidad de California), por comparación de estos ambientes, fue capaz de observar el efecto que provocaba la contaminación en la atmósfera y la luz del sol.

Sorprendentemente, los niveles más altos de contaminación fueron observados sobre el norte del océano Índico hacia la zona de convergencia intertropical (VV.AA., 1996)

El proyecto INDOEX mostró que las partículas de contaminación (alquitrán, dióxido de azufre...) además de poder desplazarse a través de continentes, bloqueaban la energía del sol y por otro lado convertían a las nubes en espejos gigantes que reflejaban los rayos solares hacia el espacio, impidiendo que llegaran a la superficie terrestre. La caída en la luz solar de un 10% indicaba que las partículas contaminantes estaban teniendo un mayor efecto de lo que cualquiera imaginaba.

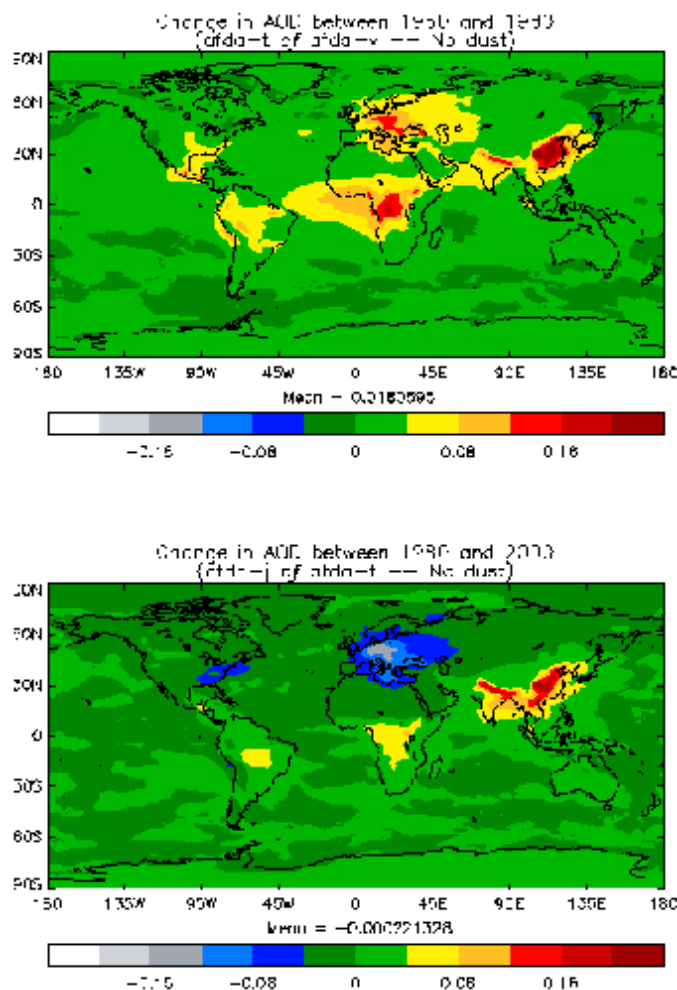
La Red de Radiación a nivel de superficie (Baseline Surface Radiation Network BSRN) operando desde principios de los 90, comenzó una investigación mediante un sondeo de mediciones y cálculos conducidos por el Programa de Mediciones de la Radiación Atmosférica que ha sido crucial, ya que revela que la superficie del planeta ha aumentado su luminosidad en un 4% durante la pasada década. Esta tendencia a aumentar la luminosidad ha sido corroborada por otros datos, incluyendo análisis de información tomada por satélites. Eso viene a demostrar que la contaminación de las partículas suspendidas en las nubes hacen que éstas reflejen mucha más luz solar que las nubes limpias devolviéndola al espacio, aumentando el brillo planetario (Ohmura et al., 1998).

Existe en este punto una gran controversia y dos efectos (calentamiento y oscurecimiento) que compiten entre sí.

Por un lado, la contaminación visible ha estado durante años parando el efecto del calentamiento global. Esto implica que el calentamiento global es más potente de lo que se predice. Podríamos pensar que si esta contaminación se mantuviera tendríamos el calentamiento global controlado, pero entonces el oscurecimiento global podría cambiar patrones climáticos como los Monzones, la distribución de la lluvia y por tanto los efectos en plantas y animales (Roderick et al., 2001).

En el otro extremo tenemos la reducción de las partículas contaminantes. Esto es lo que ha venido ocurriendo en los últimos años en la Unión Europea con la entrada en vigor de políticas para reducir los aerosoles emitidos a la atmósfera (sulfatos, cenizas...) (**Fig. 3**). El problema de esto es que sólo eliminamos el efecto del oscurecimiento global sin apenas actuar sobre los gases del efecto invernadero que provocan el calentamiento, cuyo efecto se magnifica

al eliminar el oscurecimiento, de ahí las recientes olas de calor producidas en Europa en los últimos años.



**Figura 3.** Cambios en la cantidad de aerosoles emitidos a la atmósfera entre 1950 y 1980 (arriba), y entre 1980 y 2000 (abajo). (Amarillo y rojo=aumento; azul=disminución). *Met Office*.

### Efectos del oscurecimiento global

Algunos científicos consideran ahora que los efectos del oscurecimiento global han enmascarado el efecto del calentamiento global, y que solucionar el oscurecimiento global podría por lo mismo tener un impacto significativo e imprevisible en las temperaturas a nivel del mar.

Una hipótesis adicional sería la de que un aumento de la temperatura podría provocar un escape rápido e irreversible de los enormes depósitos de hidratos de metano que actualmente se encuentran atrapados bajo el piso oceánico, liberando gas metano, uno de los más poderosos gases de efecto invernadero (IPCC).





El fenómeno que subyace al oscurecimiento global además de efectos globales también tiene efectos regionales.

Las cenizas volcánicas transportadas por el aire pueden reflejar los rayos del sol de retorno hacia el espacio y enfriar el planeta.

La existencia de partículas contaminantes en el aire provoca problemas a la salud de las personas (aparato respiratorio) (Ramanathan, 2006).

La contaminación de origen humano puede estar debilitando seriamente el ciclo del agua de la tierra, reduciendo la lluvia (menos evaporación=menor formación de nubes precipitantes) y amenazando las provisiones de agua dulce (Ramanathan, 2001).

Los cambios a gran escala en los patrones del tiempo meteorológico también podrían estar provocados por el oscurecimiento global. Los modelos climáticos sugieren especulativamente que esta reducción en la luz solar que alcanza la superficie pudo haber conducido a la ausencia del monzón en el África sub-sahariana durante las décadas de los 70 y 80, junto con las hambrunas asociadas, como la sequía del Sahel, provocadas porque la contaminación del hemisferio norte enfriaba el Atlántico (Rotstayn et al., 2002). Por esto, el Cinturón de lluvias tropicales pudo no haber ascendido hacia latitudes más al norte, provocando de este modo la ausencia de lluvias estacionales (al haber menos radiación solar, hay menos evaporación del agua y menos formación de nubes y por consiguiente menos precipitación). Esta afirmación no está universalmente aceptada y es muy difícil de probar, sin embargo es apoyada por diversos trabajos en los que el oscurecimiento se considera un factor de cambio en los patrones de evaporación y precipitación y por tanto un factor de impacto para la agricultura (Ramanathan, 2006). No obstante, de ser cierta, países dependientes de los monzones (básicamente tropicales) estarían en riesgo, lo que implica un número considerable de personas que se verían afectadas, empezando por China.

Por otro lado, se ha identificado una forma natural de oscurecimiento ambiental a gran escala que afectó en 2006 a la estación de huracanes del hemisferio norte. Un estudio de la NASA encontró que algunas tormentas de polvo importantes que tuvieron lugar en el desierto del Sahara entre junio y julio enviaron polvo a la deriva sobre el Océano Atlántico y a través de varios efectos provocaron el enfriamiento de las aguas, amortiguando así el desarrollo de huracanes (Bettwy, 2007).

### **¿Existe solución o la solución es un nuevo efecto?**

El mundo se enfrenta a un problema con dos vertientes que incluyen el desasosiego de la comunidad científica. El dilema está servido.



Actuar sobre la fuente del oscurecimiento global (contaminación visible) mejora la calidad del aire (beneficioso para la salud pública) y previene de posibles futuros problemas (como la sequía).

Sin embargo, si al mismo tiempo no se actúa sobre la fuente del calentamiento global (GEI o gases de efecto invernadero), entonces las medidas correctoras se convierten en efectos que multiplican los impactos del cambio global (veranos más calurosos con muertes como el de 2003 en Europa, aumento de incendios forestales, sequías...).

La naturaleza y los riesgos naturales no entienden de barreras. La contaminación de los países más desarrollados afecta a países que no saben lo que es contaminar, y es por ello que todos somos, tanto a nivel poblacional como individual, responsables de este desastre que estamos permitiendo.

La solución como individuos está en cambiar nuestros hábitos energéticos hacia un modo de vida más sostenible (transformar la demanda energética) que a su vez sea apoyado desde los gobiernos de los países desarrollados que son los que más responsabilidad tienen sobre este problema. Que nuestra memoria genética recuerde el trato que nuestros antepasados hicieron con la Tierra cuando aún se beneficiaban de ella contribuyendo a ella.

### **Bibliografía**

- Adam, D. 2003. *Goodbye Sunshine*. The Guardian (18/12/2003).
- Bettwy, M. 2007. *Did Dust Bust the 2006 Hurricane Season Forecasts?*  
Disponible en [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov).
- Liepert, B.G. & Kukla, G.J. 1997. Decline in Global Solar Radiation with Increased Horizontal Visibility in Germany between 1964 and 1990. *Journal Of Climate* 10: 2391-2401.
- Liepert, B.G. 2002 Observed reductions of surface solar radiation at Sites in the United States and worldwide from 1961 to 1990. *Geophysical Research Letters* 29: 1421
- Met Office (Meteorological Office). Servicio Meteorológico Nacional del Reino Unido. Disponible en [www.metoffice.gov.uk/](http://www.metoffice.gov.uk/).
- Ohmura, A. & Lang, H. 1989. *Secular variation of global radiation in Europe*. Current Problems in Atmospheric Radiation. Deepak Publ. Hampton.
- Ohmura, A., Dutton, E.G., Forgan, B., Froehlich, C., Gilgen, H., Hegner, H., Heimo, A., Koenig-Langlo, G., McArthur, B., Mueller, G., Philipona, R., Pinker, R., Whitlock, C., Dehne, K. & Wild, M. 1998. *Baseline surface radiation network (BSRN/WCRP): New precision radiometry for climate research*. *Bull. American Meteorology Society* 79:2115–2136.





- Ramanathan, V. 2006. *Atmospheric Brown Clouds: Health, Climate and Agriculture Impacts*. Pontifical Academy of Sciences Scripta. Vol. 106. Interactions Between Global Change and Human Health. Págs: 47-60.
- Ramanathan, V., Crutzen, J.P, Kiehl, J.T & Rosenfeld, D. 2001. *Aerosols, Climate, and the Hydrological Cycle*. Science Vol 294. Pp.2119-2124.
- Roderick, M.L. & Farquhar, G.D. 2002. *The Cause of Decreased Pan Evaporation over the Past 50 Years*. Science. vol. 298. Págs: 1410-1411. Disponible en [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org).
- Roderick, M.L. & Farquhar, G.D. 2004. *Changes In Australian Pan Evaporation From 1970 To 2002*. Journal Of Climatology. vol. 24 págs: 1077-1090.
- Roderick, M.L., Farquhar, D., Berry, S.L. & Noble, I.R. 2001. *On the direct effect of clouds and atmospheric particles on the productivity and structure of vegetation* Oecologia. Vol.129. Págs.:21–30.
- Rotstayn, L.D. & Lohmann, U. 2002. *Tropical Rainfall Trends and the Indirect Aerosol Effect*. Journal of Climate. Vol.15. Pp. 2103–2116.
- Stanhill, G. & Cohen, S. 2001. *Global dimming: a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion of its probable causes and possible agricultural consequences*. Agricultural and Forest Meteorology. Vol. 107. págs: 255-278.
- Stanhill, G. & Cohen, S., 1996. *Contemporary Climate Change in the Jordan Valley*. Journal of applied Meteorology. Vol. 35. págs: 1051-1058.
- Stanhill, G., Cohen, S. & Liepert, B. 2004. *Global Dimming comes of Age*. Eos. Vol.85, No.38. Págs: 362.
- Travis, D. J., Andrew M. & Carleton Ryan G. 2002. *Contrails reduce daily temperature range*. Nature. Vol. 418. Págs: 601. Disponible en [www.nature.com](http://www.nature.com).
- VV.AA., 1996. *The Indian Ocean Experiment (INDOEX)*. Universidad de California, San Diego. Publicación 162. Disponibe en [www.indoex.ucsd.edu](http://www.indoex.ucsd.edu).
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). Disponible en [www.IPCC](http://www.IPCC).
- NASA (Nacional Aeronautics and Space Administration) Agencia Estadounidense del Espacio y la Aeronáutica. Disponible en [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov).

Consultas de Interés: Documental de la BBC, TV Horizon. *Global Dimming*