

CONSIDERACIONES EN CUANTO AL CALENTAMIENTO GLOBAL

Máximo J. Cerame-Vivas, Ph.D.¹

Recibido el 15 de mayo de 2014; aceptado 8 de junio de 2015

Resumen – El calentamiento global se ha convertido en un motivo de preocupación, y ha llegado a ser ampliamente, aunque tal vez erróneamente, aceptado. El autor revisa algunas de las preocupaciones y las preguntas que se plantean sobre la base de la información existente y los principios fundamentales. Considera por ejemplo, la producción de CO₂ de la población humana en aumento. En comparación con las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles, la respiración humana es poco menos del 46% de la salida de la combustión de combustibles fósiles. Se presentan algunas tecnologías alternativas a la generación de electricidad a partir de energías renovables, y una breve discusión sobre las presiones políticas y económicas que se ejercen contra las energías renovables.

Palabras clave: Calentamiento global, población humana, tecnologías alternas

Abstract – Global warming has become broadly accepted as a cause for concern, although perhaps wrongly accepted as such. The author reviews some of the concerns and questions that are raised on the basis of existing information and fundamental principles. The CO₂ output of the increasing human population is taken into account. When compared to the CO₂ emissions resulting from fossil fuel burning, human respiration is slightly less than 46% of the fossil fuel combustion output. Some alternative technologies to power generation from renewable energy are presented, and a short discussion on the political and economic pressures that are brought to bear against renewables is also included.

Keywords: Global warming, human population, alternative technologies

Introducción

El cambio climático siempre ha existido. Ha sido una realidad en el pasado. Es una realidad hoy, y será una realidad en el futuro. Para un ecólogo, el éxito de la vida es adaptarse al inexorable cambio. La especie que se adapta sobrevive. La que no se adapta, se extingue. El cambio climático siempre ha sido un laboratorio para la adaptación y supervivencia de las especies. Ninguna especie ha podido impedir el cambio climático.

Sólo en la mente humana cabe pretender que tiene el poder de cambiar el clima, o el poder de detener el cambio. Estos pensamientos son los que han llevado al Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNIPCC, por sus siglas en inglés) y a quienes se preocupan por el calentamiento global a plantear, por ejemplo: “el planeta se está calentando y la culpa la tiene el hombre

¹ Fundador del Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Profesor de Urbanismo y Salud Pública (Ecología Humana), Escuela de Medicina San Juan Bautista. San Juan PR, 00926-2945. Email: ceramevivas@gmail.com

por quemar combustibles fósiles”. La quema de combustibles fósiles genera CO₂. El racional que se expone es que CO₂ convierte a nuestra atmósfera en un invernadero, causando que se “cocine” el planeta. La concentración de CO₂ en nuestra atmósfera era de 0.028% o 280 partes por millón (ppm) antes de la revolución industrial, y hoy ha aumentado a 0.038% o 380 ppm. Y, claro, la fuente amenazante de CO₂ es la actividad humana, principalmente debido a la quema de combustibles fósiles, por lo que el hombre tiene que ser castigado.

El pensar que la raza humana es el único responsable, puede traer ciertas interrogantes legítimas como: ¿Podría haber otras fuentes de CO₂ aparte de la quema de combustibles? ¿Es el CO₂ el único provocador de ese calentamiento? ¿Podría haber otros gases u otros factores que provoquen calentamiento? ¿Es el aumento en CO₂ consecuencia del festín irresponsable de la humanidad? ¿Podría verse el calentamiento global como una oportunidad de negocio? ¿Podría verse el calentamiento global como una oportunidad de control económico a nivel global? La contestación a estas preguntas puede variar. Pero son preguntas que, como decimos en el campo, “se caen de la mata”.

El profetizar no requiere mucho esfuerzo. El alarmar no cuesta nada. El asustar es fácil. Nadie tiene que probar que sus alarmantes profecías se van a cumplir para lograr preocupar a la gente. La profecía sola preocupa, especialmente si es de mal agüero. Todos hemos sucumbido en algún momento ante alguien que nos ha dicho que tiene un “presentimiento” de que algo malo nos va a pasar. Tanto nos preocupa, hasta que ese evento malo lo provocamos nosotros mismos. El que nos augura desastres no tiene nada que perder. Pero tiene mucho que ganar: quien nos asusta, nos controla. A veces nos controla indefinidamente.

Nos dicen que hoy el calentamiento global es el presunto protagonista y principal provocador de que el nivel del mar está subiendo, Puerto Rico se está achicando, vendrá calor más fuerte, habrá sequías prolongadas, las tormentas serán mucho peores, las playas desaparecerán, la zona costera se perderá, el 56% de los puertorriqueños que habitan en municipios de la zona costera están en grave riesgo, la temperatura subirá 5° F.

En un artículo publicado en *El Nuevo Día* el 1^{ro} de febrero del 2008, un respetado oceanógrafo nuestro nos advirtió que hay un aumento en el nivel del mar y que nuestras playas están destinadas a desaparecer. Nos envía una señal de peligro “SOS”. Pero en su honestidad intelectual nos advirtió también: “Y, dicho sea de paso, puede ser que ese aumento observado sea porque la Isla, tectónicamente, se esté hundiendo. Pero el efecto es el mismo”.

El aumento en el nivel del mar durante un calentamiento global sería consecuencia del derretimiento del hielo en nuestros casquetes polares. Pero el hielo del casquete polar del Ártico ya descansa sobre el mar del océano Ártico, y ya desplazó toda el agua que iba a desplazar. Por lo que si se derritiera todo el casquete

Ártico no se provocaría un aumento en el nivel del mar, sino un descenso. El hielo es menos denso que el agua y ocupa mayor volumen. Por eso flota. Si se derrite, se reduce en volumen. Igualmente las cornisas o tabletas de hielo —los *ice shelves*— del Antártico, ya están flotando en el mar y ya desplazaron el agua de mar que iban a desplazar.

Otra propiedad del agua es su calor latente, dato y concepto que se nos enseña en cursos de física y de ciencia general. El calor latente es la energía (Tabla 1) en calorías absorbida o liberada cuando una sustancia cambia su estado físico — cuando se congela o se derrite, o cuando se evapora o se condensa— sin cambiar su temperatura.

Tabla 1

Calor latente del agua

Calor latente H ₂ O	cal/g
Fusión:	80 cal/g
Vaporización:	540 cal/g

Nota. cal/g = calorías por gramos

Un gramo de agua requiere una caloría para aumentar su temperatura un grado Centígrado. Un gramo de hielo requiere una caloría para aumentar su temperatura un grado C. Pero un gramo de hielo a 0° C requiere 80 calorías para convertirse en un gramo de agua a 0° C. Un gramo de agua se enfría 1° C si se le resta una caloría y se calienta 1° C si se le supe una caloría. Pero derretir un gramo de hielo a 0° C para convertirlo a un gramo de agua sin cambiar su temperatura requiere 80 calorías. Calentar el casquete polar Antártico lo suficiente como para derretirlo requerirá una cantidad de calor que acabaría con la vida en la Tierra mucho antes. Esto son dudas que hay que plantearse...

Los científicos de gran respeto nos dicen que el calentamiento de la atmósfera terrestre puede deberse a efectos de la actividad solar. El calentamiento del planeta Tierra, sin embargo, es otro fenómeno. Bajo nuestros pies, a solo 6,378 kilómetros o 3,963 millas de distancia, el centro de la Tierra está a 5,400° C, igual a la temperatura de la superficie del Sol. El magma caliente y la lava volcánica anteceden al hombre en la Tierra desde mucho antes de que el hombre quemara combustibles fósiles.

Según un informe del UNIPCC, la temperatura de la Tierra aumentará 0.74° C al cabo de un siglo. Otro informe del UNICCP advierte de una variación máxima de 6° C durante un siglo. Según el Comité de Casa Blanca sobre el Cambio Climático, el aumento será de entre 2° C y 5° C al cabo de un siglo. Como dato comparativo, la temperatura máxima jamás registrada en el Planeta fue de 57.7° C, en Libia, en 1922.

La temperatura mínima jamás registrada fue de 89.2° C bajo cero, en la Antártica, en 1983. Como dato boricua, el rango de temperatura máxima es entre 25 a 35° C y en temperatura mínima es entre 20 a 25° C (Méndez-Lázaro et al., 2015).

¿Podría haber otras fuentes de CO₂?

El CO₂ es el desperdicio de todo proceso metabólico. Todos los organismos respiran oxígeno y exhalan CO₂. La flora mundial emite oxígeno mediante fotosíntesis durante el día, pero durante la noche consume oxígeno y emite CO₂, como cualquier “hijo de vecino”.

Cada ser humano, en estado de reposo, emite aproximadamente un kilo (2.5 libras) de CO₂ al año. Nuestra humanidad alcanzó 7,000,000,000 de habitantes en el 2011. Una década después alcanzará los 8,000,000,000; en 2021. Alcanzará en 5.7 años adicionales, en agosto de 2026, los 9,000,000,000 habitantes. Si analizamos la población del 2011, la raza humana emitió CO₂ equivalente al 46% de todo el CO₂ emitido por toda la quema de todos los combustibles fósiles en todas sus vertientes en todo el mundo: industria, generatrices, transportación y consumo doméstico (Tabla 2). Por lo tanto, la raza humana emitió más que todo el CO₂ resultado de la deforestación a nivel mundial (Figura 1 y Tabla 3) Se proyecta que para el 2026, respirando emitiremos 22.5 giga-toneladas de CO₂.

Tabla 2

Gigatoneladas de CO₂ en respiración humana

Año	Población	Emisión de CO ₂ (Giga-toneladas)/año
2011	7,000,000,000	17,500,000,000
2021	8,000,000,000	20,000,000,000
2026	9,000,000,000	22,500,000,000

Nota. Respiración humana = 2.5 gigatoneladas CO₂/año 2011=46% de toda quema de combustibles fósiles: industrial, vehicular, generatrices, etc.

Sin embargo, hasta el momento no se ha visto que ningún comité de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) haya recomendado que se establezcan políticas públicas de control de la natalidad para salvar el Planeta. La mayor sobrepoblación viene de los países subdesarrollados. El menor incremento poblacional viene de los países desarrollados. Proponer controlar la natalidad de los países pobres subdesarrollados es políticamente inaceptable. Estos son temas que hay que plantearse.

Pero, la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la respiración humana no son las únicas fuentes de CO₂. Los océanos, la flora terrestre, y los suelos y el detrito son las principales fuentes de CO₂ del planeta Tierra: fuentes enteramente naturales.

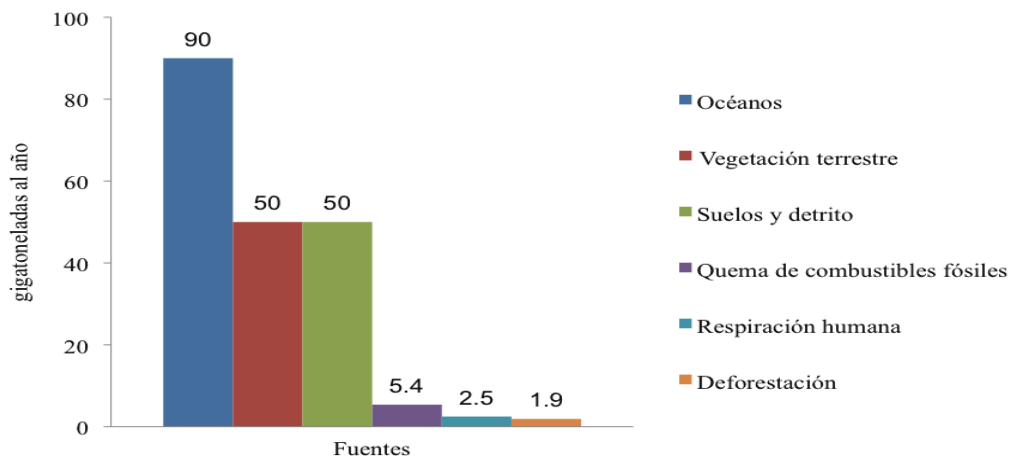


Figura 1. Toda fuente de CO₂ en gigatoneladas al año (Siegenthaler & Sarmiento, 1993)

Tabla 3

Otras fuentes de CO₂

Fuentes	Gt/año	Por ciento
Naturales		
Océanos	90	45.0
Biota terrestre	50	25.0
Suelos y detrito	50	25.0
Respiración humana	2.5	1.25
Subtotal	192.5	96.2
Antropogénicas		
Quema de combustibles fósiles	5.4	2.7
Deforestación	1.9	1.0
Subtotal	7.3	3.7
Total	199.8	100

Nota. Corrección a Siegenthaler, & Sarmiento (1993). 1 gigatonelada = 1,000,000,000 toneladas métricas

¿Cuántos otros factores podrían afectar el clima?

Tomemos el polvo del Sahara, el *Saharan Air Layer* o *SAL*. El polvo del Sahara, además de polvo, nos trae radionucléidos, insectos, larvas, esporas y semillas. ¿Afecta el polvo del Sahara nuestro clima? Claro que sí. El polvo del Sahara tiene su componente natural y su componente antropogénico. En muchos países africanos se hace agricultura de desmonte y fuego, o *slash and burn*. En temporadas de fuego de vegetación provocado por la mano del agricultor africano. Las cenizas son un componente del polvo del Sahara.

La economía y compensación

Se aprovecha la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, para la industria, para la transportación, para el desarrollo económico de los países y para las tecnologías de “calidad de vida” de nuestro mundo moderno. Es el principal renglón económico y comercial. No hay que divagar mucho para concluir que el costo de los combustibles fósiles, sus precios a nivel mundial, y sus influencias políticas nos dominan.

Extraer un barril de petróleo crudo del lecho marino cuesta \$10.09. Extraerlo de un pozo en tierra cuesta \$12.73 (en EE UU). Ese barril se vende a \$108.00, lo que significa que se vende a entre ocho o diez veces su costo de producción. Si usáramos el rango de las compensaciones anuales a ejecutivos de empresas de combustibles fósiles como índices de la importancia que se le adjudica a sus roles, veríamos el panorama según se establece en la Tabla 4.

Tabla 4

Compensación a ejecutivos

Compañía	Compensación	
CEO EXXON Mobil	\$28,952,558	x 872*
CEO Abbott	\$25,564,283	x 770
CEO American Express	\$16,813,272	x 506
CEO AFLAC	\$15,955,183	x 480
CEO Bristol-Myers	\$11,770,880	x 354
CEO Allstate	\$9,299,620	x 280

Nota. Múltiplos del salario promedio de su empresa

Es ley natural que todo lo que domine habrá de ser combatido por la raza humana. Si al comercio de los combustibles fósiles hay que atribuirle los males grandes, tan grande como los problemas ambientales globales del planeta Tierra, pues

habrá que acusarlos y reclamarles que indemnicen. Los grandes males globales a los que se les puedan atribuir causas probables, por lo cual nos tengan que indemnizar y recompensar daños tienen que ser señalados, acusados, y traídos a juicio. *Big Oil, Big Bucks, Big Coal, Big Gas* tienen que ser los principales sospechosos, y en gran medida lo son. A ellos, y no a los océanos, hay que responsabilizarlos por los grandes males como el calentamiento global. Los océanos no son demandables ni nos pueden indemnizar. Además, por ser asuntos mundiales, convendría involucrar a la ONU, y hasta a un vicepresidente de los Estados Unidos. Y hay que insistir hasta que las grandes mentiras, inconvenientes o no, se conviertan en las grandes realidades. Reuniones anuales, en todas partes del mundo, daría publicidad al *issue*.

Claro, que hay que enfatizar si los planteamientos que surjan en esas reuniones son legítimos o no, y cada informe de los comités de cambio climático tiene que contener sus propios apoyos de veracidad y convencimiento. La Tabla 5 muestra los criterios de confiabilidad.

Tabla 5

Criterios de confiabilidad y grados de confianza

Terminología de confiabilidad	Grado de confianza de que sea cierto
Muy alta confiabilidad	Al menos 9 de 10 posibilidades
Alta confiabilidad	Cerca de 8 de 10 posibilidades
Mediana confiabilidad	Alrededor de 5 de 10 posibilidades
Baja confiabilidad	Alrededor de 2 de 10 posibilidades
Muy baja confiabilidad	Menos de 1 de 10 posibilidades

Entonces hay que lograr convencer al mundo y a las autoridades competentes de que los “culpables” tienen que responder. Y comienzan los reclamos. Ya han comenzado las pasadas de facturas.

Reclamos de compensación

Estas serían las facturas según la UNIPCC de la Cumbre de Lima (2014) para que los países en desarrollo puedan adaptarse al cambio climático, a pagarse con un *Carbon Tax*:

- \$70,000,000,000 a \$100,000,000,000 para hoy
- \$150,000,000,000 para 2025 – 2030
- \$250,000,000,000 - \$500,000,000,000 antes del 2050

Ya hemos visto que el furor por el calentamiento global tiene vicios de mercantilismo comercial y de dádivas de asistencia técnica. Veamos ahora algo de las propuestas que se han esgrimido para combatirlo.

Fertilizar el océano Pacífico para provocar florecida del fitoplancton

Se propone abonar el océano Pacífico con sales de hierro para provocar una florecida de fitoplancton que atrape el CO₂. Claro, lo atraparía en fotosíntesis durante el día, pero lo volvería a liberar durante la noche. Las plantas de noche respiran oxígeno y liberan bióxido de carbono como usted y yo. Esto requeriría tratados con todas las naciones que bordean el Pacífico, y todos los intereses pesqueros que laboran allí. ¿Ven ahora porqué la importancia de la ONU? ¿Cuánto costaría?

Además, jugar con la base alimentaria de todo un océano podría resultar en la alteración de la cadena alimentaria de toda vida marina. Si se notaran daños, ¿Cómo se corrigen?

Reflejar el calor solar con sal en la atmósfera

Se crearía una flota de miles de barcos en el Atlántico bombeando agua de mar hacia la atmósfera como miles de fuentes, para que el agua se evapore y se formen cristales de sal. Los cristales de sal reflejen el calor del sol al espacio. Claro, crearían una atmósfera de salitre corrosiva en extremo a través de la cual no volarían aviones de propulsión a chorro.

Esos miles de barcos, ¿dónde serían construidos?, ¿bajo qué bandera navegarían?, ¿quién paga?, ¿cómo se alteraría el clima con toda esa sal en el aire?, ¿y las cosechas en tierra?, ¿ven porqué la importancia de la ONU?

Quizás debemos recordar que la evolución abarca a la Tierra y a todo el universo, que la evolución todavía está en proceso, y que la Creación es un evento que continúa. El clima va a seguir evolucionando con temperaturas que subirán y bajarán. Habrá más extinción de especies y especies de nueva evolución. Todo cambia, además del clima.

Además, hay mucho que no conocemos. Un descubrimiento relativamente reciente ha sido el de fumarolas hidrotermales en el suelo del Caribe al sur de las Islas Caimán a profundidades de 4,960 m. Estas fumarolas hidrotermales emiten agua a 485° constantemente. Se preguntarán ustedes, ¿Si el agua hierve a 100° C, cómo esas fumarolas no emiten vapor? Sencillo: a 4,960 metros de profundidad, la presión hidrostática no permite que el agua hierva. Esta agua súper calentada (designada agua supercrítica) fluye como un chorro de agua cualquiera, pero supercrítica, y el vapor si lo hubiere pasaría al agua de mar ¿Cómo se afecta el sistema termohialino del océano con estas fuentes de agua supercrítica? Todavía no sabemos.

¿Qué hay que hacer?

Si su motivación es ayudar a resolver el “calentamiento global, o si su motivación es meramente *good housekeeping*, tenemos que diversificar nuestras fuentes de energía. Tenemos que buscar fuentes de energía renovable y mejores combustibles.

El sol nos da varias formas de energía. Las más aprovechables son luz y calor. Todos conocemos fotoceldas, que convierten la luz solar a energía eléctrica, y todos conocemos calentadores solares, que aprovechan directamente el calor del sol.

El mar nos provee energía térmica y mecánica que no estamos aprovechando. Una tecnología de aprovechamiento es la *Limpet*. Ese nombre en alegoría a un caracol costero llamado *Limpet*, al que se le olvidó hacer su concha en espiral y vive adherido a las rocas. Imagínense un embudo al revés metido en el mar hasta bajo la superficie en alguna costa. El subir y bajar el nivel del agua con la ola provoca soplos positivos y negativos que mueven turbinas. Tan sencillo como eso.

Pelamis es el género al que pertenece la serpiente marina. Es además una tecnología de aprovechamiento de energía. Imagínense un tren de furgones sujetos unos a otros flotando en la superficie del mar. El movimiento de las olas hace flexionar el tren de unidades, y pistones entre unos y otros, que mueven turbinas. Tan sencillo como eso.

...y hay infinidad de otras opciones!

El combustible perfecto

Esto le parecerá chiste, pero no lo es. Imagínense que Puerto Rico la emprendiera a establecer generatrices de energía renovable a lo largo de nuestra costa norte. Imagínense que Puerto Rico le dedicara la producción de una de esas generatrices a electrolizar agua de mar para producir hidrógeno. Todos nuestros vehículos de motor podrían moverse con hidrógeno, que no nos costaría casi nada.

¿Por qué no estamos ya con proyectos como *Limpet*, como *Pelamis* y con hidrógeno? Por qué no nos dejan y somos unos enclenques. Como ejemplo, un fabricante de autos japonés produjo una edición de autos propulsados por hidrógeno y estableció instalaciones en sus *dealers* para proveer el hidrógeno. Un interés de combustibles fósiles rival compró la flota entera de vehículos nuevos y los aplastó. Asimismo nos están aplastando a nosotros en la producción de energía. Se aplastan todos los otros proyectos innovadores.

Referencias

Lomborg, B. (2008). *Cool it: The skeptical environmentalist's guide to global warming*. United States: Knopf Publishing Group.

Méndez-Lázaro P, Martínez-Sánchez O, Méndez-Tejeda R, Rodríguez E, Morales E, Schmitt-Cortijo, N. (2015). Extreme heat events in San Juan Puerto Rico: Trends and variability of unusual hot weather and its possible effects on ecology and society. *Journal of Climatology Weather Forecasting*, 3(2), 135. doi:10.4172/2332-2594.1000135

Parsons, M. L. (1995). *Global warming, the truth behind the myth*. New York: Insight Books, Plenum Press.

United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate change 2014. Mitigation on climate change*. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml

Siegenthaler, U., & Sarmiento, J. L. (1993). Atmospheric carbon dioxide and the ocean. *Nature*, 365(6442), 119-125.