

FÓRMULA DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA  
DEBIDO A LA ACUMULACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO  
INVERNADERO (GEI)

En Base al Número  $\phi$  y la Sucesión de Fibonacci

Autor: Tomás Fernández Ábrica  
[feat\\_777@yahoo.com.mx](mailto:feat_777@yahoo.com.mx)

*Y la tierra se contaminó bajo sus moradores;  
porque traspasaron las leyes, falsearon el  
derecho, quebrantaron el pacto sempiterno.  
Isaías 24:5*

### Introducción

La ciencia siempre debe estar abierta a todas las ideas que generen conocimiento. No debe estar sujeta a un método para llevarlo a cabo, pues al hacerlo, se restringe la libertad propia, inherente e intrínseca que posee tanto la ciencia en sí como el hombre mismo. “La ciencia es como un teatro que nunca cierra el telón”, dice Mario Bunge; si lo dice en el sentido de la libertad para adquirir conocimiento, esta aseveración es correcta.

Ruy Pérez Tamayo, citando a Feyerabend en relación al método científico dice lo siguiente: “En relación al método científico Feyerabend se declara anarquista: históricamente no hay nada que pueda identificarse como un método científico, el examen más crítico y riguroso de la ciencia contemporánea tampoco lo identifica, y el balance analítico de sus consecuencias futuras (si se promoviera) sería terriblemente negativo para la ciencia misma, para la libertad del individuo y para la estructura de la sociedad” (Pérez Tamayo, 1998:242-243).

Este trabajo proviene de una labor científica fundamentada en la libertad propia de la ciencia, pues de acuerdo a Feyerabend: “La ciencia es simplemente un asunto de tener ideas y ponerlas a prueba una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de nuestros errores” (Pérez Tamayo, 1998: 222). También: “El azar, decía Pasteur, no favorece sino a los espíritus preparados” (Rosenblueth, 1981:94).

Este trabajo geográfico, es producto de una investigación en la que se parte de una fórmula para calcular de una forma sencilla el incremento de la temperatura debido a la acumulación desmedida en la atmósfera de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). La fórmula es una simple raíz cuadrada en la que se usa el número  $\phi$  (1.6180...) como factor proporcional y de incremento, el cual está íntimamente ligado a una sucesión matemática llamada la Sucesión de Fibonacci.

La idea partió del hecho de que la Serie de Fibonacci es una serie geométrica que crece, aumenta o se incrementa numéricamente hasta el infinito, la que así mismo posee algunas particularidades que se detallarán más adelante

El número  $\phi$ , es un polémico número el cual se encuentra, no de manera fortuita, en numerosos hechos y fenómenos de carácter social y natural; los cuales, si fuera uno o dos, fueran justamente fortuitos y anecdóticos, pero por el hecho de ser muchos y variados, su importancia entonces es capital. Es uno de los números irracionales con múltiples aplicaciones, análogamente a lo que

sucede con  $\pi$  (3.1416...), el cual se usa para calcular el área de un círculo, o con  $e$  (2.728182...), el cual es la base de los logaritmos naturales. Una golondrina no hace verano dice el dicho, pero muchas sí lo traen consigo. Esto es lo que sucede con  $\phi$  o el número áureo, como también es conocido, pues su involucramiento en tantos eventos y sucesos de distinta categoría y jerarquía le permite ubicarse en un plano único y extraordinario científicamente hablando.

#### Los GEI y el Efecto Invernadero

Uno de los grandes problemas que aquejan a la humanidad a principios del siglo XXI, es aquel que concierne al incremento gradual de la temperatura de la atmósfera, debido principalmente a las emisiones de los GEI y, de ellos, básicamente el dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , aunque también influyen el óxido nitroso, el metano y los (cloro, hidro,) fluorcarbonos. Los modelos de simulación así lo indican, así como distintos fenómenos que lo evidencian.

El  $\text{CO}_2$  es arrojado a la atmósfera por diversas fuentes: vehículos automotores, fábricas, industrias, termoeléctricas -las mayores contaminadoras-, incendios y otras más. Los niveles de contaminación por  $\text{CO}_2$  en la actualidad (2008) están por el orden de 377 –un número de la serie de Fibonacci- (380) ppm (partes por millón), 0.0377 %, en promedio a nivel mundial en la atmósfera terrestre. Desde hace 400 000 años hasta 1750 el promedio de  $\text{CO}_2$  era de 235 ppm – un número muy cercano a otro de Fibonacci -233- (180-290 ppm) (Strasburger –según J.Petit *et al*-2004:950). Hacia 1750 la concentración de  $\text{CO}_2$  era de 280 ppm(0.028 %). Desde 1958 Charles D. Keeling midió este gas en el Instituto Scripps de Oceanografía en La Jolla, California y posteriormente, 1974, en el observatorio del volcán Mauna Loa en Hawai.

El incremento anual de  $\text{CO}_2$  es de 1.5 ppm, 0.5 % por año, es decir 3 pg (petagramos) de carbono por año (2.12 pg de carbono equivale a 1 ppm en la concentración atmosférica de  $\text{CO}_2$ ). Quay (2002) y Zeng (2005) dicen que varía de un año a otro de 0-4 ppm.

El  $\text{CO}_2$  está en la atmósfera, ya lo dijimos, en una concentración de 0.0377 % y cada año, aproximadamente, un 5 % de estas reservas de  $\text{CO}_2$  se consumen en los procesos de fotosíntesis, es decir que todo el anhídrido carbónico se renueva en la atmósfera cada 20 años. El regreso del  $\text{CO}_2$  a la atmósfera se lleva a cabo cuando en la respiración los seres vivos oxidan los alimentos generando  $\text{CO}_2$ . La biósfera en su conjunto efectúa la respiración por medio de las raíces de las plantas y los organismos del suelo, los animales más visibles, incluidos los seres humanos.

Se cree que para que la tierra, como planeta, absorba el  $\text{CO}_2$  que se ha emitido desde la Revolución Industrial hasta la fecha, pasarán alrededor de 200 años, sin considerar las emisiones que todavía se darán hasta que se deje de utilizar el petróleo como el principal energético. Por lo que al considerar las emisiones en curso, el tiempo se incrementa y se repite, de tal forma que si no se detienen las emisiones el asunto se vuelve un círculo vicioso. Entonces, prácticamente, hacer disminuir la concentración atmosférica por  $\text{CO}_2$  es un asunto de difícil solución, sobre todo y también porque los países en desarrollo, los cuales no entran en los planes de reducción de emisiones del Protocolo de Kyoto, no se les regulan sus emisiones de GEI.

Los gases de efecto invernadero, con el CO<sub>2</sub> a la cabeza, provocan así mismo lo que se conoce como Calentamiento Global, pues la temperatura del planeta ha aumentado no solo a nivel local o regional, sino a nivel mundial, de tal forma que a partir de la década de los ochenta, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) empezó a preocuparse por este fenómeno, creando un organismo rector llamado Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, para de allí estructurar la Conferencia Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, del cual, junto con la Organización Meteorológica Mundial, derivó el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en 1988, el cual así mismo se dio a la tarea de tomar medidas al respecto con el fin de hacer ver a todos los países del mundo los peligros y riesgos que trae consigo un disturbio de esta magnitud, no solo en el medio físico sino también directamente en los seres humanos.

Las diversas reuniones o conferencias que se iniciaron con la Cumbre de Río de Janeiro, Brasil, en 1992, condujeron al documento emanado de la asamblea del IPCC en Kyoto, Japón en 1997 llamado Protocolo de Kyoto, en el cual la mayoría de los países del mundo, excepto Estados Unidos, se comprometieron a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, propiamente el CO<sub>2</sub>, a los niveles que se hacían en 1990 (disminución aproximada al 5%).

Dado que el país más contaminador del mundo, Estados Unidos, 21%, (Van Ypersele *et al*, 2006) no firmó el Protocolo de Kyoto, la medida no tuvo los efectos verdaderamente deseados. Además de que un relativamente nuevo país entró intempestivamente en el rango de países con un alto grado de emisiones de CO<sub>2</sub>, la República Popular China, lo cual vino a complicar todavía más los arreglos y compromisos firmados en dicho Protocolo, pues este país por estar considerado como en vías de desarrollo, no entra en el grupo de países que deben reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Aparte de China, dos países más (India y Brasil) entraron al grupo de naciones emisoras de CO<sub>2</sub> a una gran escala. De hecho, una de las razones por la cual Estados Unidos no firmó el Protocolo de Kyoto, fue porque a estos tres países no se les regulaba sus emisiones de CO<sub>2</sub> en el documento.

En la Cumbre de Copenhague 2009, prácticamente todo quedó igual que lo hecho en Kyoto, pues Estados Unidos y China, ya confirmados como los más grandes aportadores de CO<sub>2</sub>, no se pusieron de acuerdo para regular sus emisiones, pues ambos, no quieren sacrificar su normal desarrollo el uno y su alto crecimiento el otro, los cuales dependen de su respectivo consumo de combustibles fósiles. La respuesta pues del mundo al continuo incremento de la temperatura y al consecuente calentamiento global es que no hay respuesta.

No se sabe a ciencia cierta cuánto es exactamente lo que se ha incrementado la temperatura de acuerdo al calentamiento global. Se cree que en los últimos cincuenta años la temperatura ha aumentado a razón de 0.5 ° C por década. Otros creen que en los últimos cien años ha subido 2 ° C. El IPCC, la máxima autoridad en el análisis de este fenómeno, cree que de 1990 a 2030 se incrementará en 1.8 ° C. Actualmente, 2010, el mismo IPCC dice que ahora es 0.3 ° C por década. Solo están los efectos y las evidencias que permiten ver que, efectivamente, la temperatura del planeta Tierra se ha incrementado; efectos

como el deshielo de los casquetes polares, el deshielo de los glaciares de las altas montañas y altas latitudes, calentamiento de los océanos, adelgazamiento del hielo marino, deshielo del permafrost, incendios devastadores, sequías prolongadas, incremento desmedido de las precipitaciones, primaveras anticipadas, otoños retrasados, florecimiento anticipado de las plantas, blanqueamiento de los arrecifes de coral, la extinción de algunas especies animales y vegetales que no se han podido adaptar a las nuevas condiciones de temperatura, el trastorno del sistema normal de precipitación, la aparición de los fenómenos oceánico-atmosféricos del niño y la niña, los cambios en los ciclos biogeoquímicos, etc, son consecuencias a las que se ha tenido que fijar la vista, puesto que son fenómenos nuevos con los que hay que convivir y adaptarse, o en su defecto, atacarlos de raíz para normalizar su situación.

Como no existe en el mundo un modelo definitivo que permita observar el fenómeno del incremento en la temperatura, tanto hacia atrás como hacia delante, me di a la tarea de buscar e investigar detenidamente dicho fenómeno, pero así mismo sin mayores complicaciones matemáticas.

Actualmente se realizan cálculos con modelos que involucran estadísticas con factores meteorológicos, matrices que manejan los diversos factores involucrados y modelos en los que se simula lo que sucede o sucedería bajo las condiciones actuales o futuras en cuanto a las concentraciones de los gases de efecto invernadero.

Encontré entonces una fórmula que permite calcular el incremento de temperatura debido al aumento de los GEI en la atmósfera de manera sencilla y simple. Esta es la siguiente:

$$It = \pm \sqrt{Ca T^2 \varphi P_C C}$$

- En la que :
- It es el incremento en la temperatura en ° C.
  - Ca es el volumen del contaminante atmosférico y/o GEI en partes por millón (ppm).
  - T es la temperatura media decadal (diez años) en ° C.
  - $\varphi$  es el número áureo, el cual es el límite a que llegan los cocientes del último (consecuente) entre el penúltimo (antecedente) número en la sucesión de Fibonacci a partir del cociente 233/144 y equivale a 1.6180... o  $(1 + \sqrt{5})/2$ ; pero a partir de 377/233 se ratifica. Sirve como factor proporcional y de crecimiento.
  - $P_C$  es el potencial de calentamiento global (GWP).
  - C es el porcentaje, con respecto a los GEI, contenido en la atmósfera

El análisis y explicación de la fórmula es la siguiente:

Se usa la raíz cuadrada, pues esta operación matemática se utiliza cuando un fenómeno natural o social aumenta o disminuye; de allí sus signos + o - . Como la fórmula nos pretende dar a entender que la temperatura se incrementa de acuerdo a un cierto gas (GEI) o contaminante, la utilización de la raíz cuadrada es obvia. Se lleva a cabo el producto de las dos variables, Ca (contaminante

atmosférico) y T (temperatura) con la constante  $\phi$  porque la relación es directamente proporcional. Así mismo la constante Pc, el potencial de calentamiento y la otra variable C, el % de GEI contenido en la atmósfera. Si se incrementa el GEI o contaminante atmosférico, se incrementa así mismo la temperatura.

En cuanto a la temperatura T, esta variable es la más importante, pues es ella la que va a extraerse, a calcularse y, así mismo, la que va a variar con respecto al GEI o contaminante atmosférico.

La  $\phi$ , o número áureo, posee una amplitud de aplicaciones no solo desde el punto de vista matemático propiamente dicho, sino que también es una constante determinante en la proporcionalidad del crecimiento de las plantas, en cuanto a sus ramas, follaje, hojas y aún de los estomas, estos últimos, los pequeños poros situados en la superficie de las hojas, los cuales son los principales participantes en la fotosíntesis, ya que por ellos transcurre el intercambio gaseoso mecánico, es decir, por ellos sale el oxígeno así como el vapor de agua y entra el CO<sub>2</sub>.

El número  $\phi$  pues es un factor de crecimiento, si lo multiplicamos por cualquier unidad que crece, nos da justamente su crecimiento proporcional. Más adelante esto quedará mayormente sustentado y demostrado.

El número áureo es de hecho resultado de una ecuación cuadrática derivada de una proporción:

$$x + 1/x = x/1$$

Resolviendo esta ecuación

$$x^2 = x + 1$$

$$x^2 - x - 1 = 0$$

Por Fórmula General  $a = 1, b = -1, c = -1$  E

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{1 \pm \sqrt{1^2 - 4(1)(-1)}}{2(1)} = \frac{1 \pm \sqrt{1+4}}{2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$$

$$x_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \quad x_2 = \frac{1 - \sqrt{5}}{2}$$

El valor  $x_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.6180\dots$  es el número áureo

#### Sucesión de Fibonacci (1170-1250)

Esta serie la ideó y estructuró el matemático medieval Leonardo de Pisa, más comúnmente conocido como Fibonacci, observando la procreación de los conejos, de tal manera que al multiplicarse observó que lo hacían de una forma que esto conducía a una sucesión que permite ver que al sumar los dos números anteriores da como resultado el siguiente número, y entonces resulta:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181,...

Con una pareja de conejos en el primer mes procrearon 2 conejos; los anteriores, al segundo mes tuvieron 3, al tercer mes tuvieron 5 y así sucesivamente; en el duodécimo mes (al año) había ya 377. Todos los meses dan un número de Fibonacci.

Este crecimiento, aumento o incremento es matemático y equivale a la sucesión de Fibonacci e indica, entre otras cosas, que si un fenómeno, cualquiera que este sea, tiene un crecimiento similar, su naturaleza es proporcional ( es decir mantiene la forma) y, con mayor razón al utilizar el factor  $\phi$ , derivado del carácter recursivo de la serie, y así:

$$F(n+1) = f(n) + f(n-1) + f(n-2)...$$

$$f(n-2)/f(n-1) = \varphi, \text{ a partir de } 377/233.$$

Cualquier fenómeno que se estacione en uno de los números de la sucesión de Fibonacci, de alguna manera se rige por ella y también por su respectiva proporcionalidad y capacidad de incrementación. El número áureo  $\varphi$  se deriva entonces de la sucesión de Fibonacci y es un número proporcional.

El número 377 (380 ppm) es el promedio actual (2008) de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, aunque este, ya sabemos, está en continuo crecimiento.

OMNIA nos dice lo siguiente: “Pero sin duda, lo más interesante de esta fórmula matemática, es que aparece en una gran cantidad de los elementos de la naturaleza; los números de Fibonacci son utilizados en los estudios sobre el azar, en clasificación de datos e incluso en los mecanismos para recuperar información en las computadoras, así como en los famosos fractales, objetos semigeométricos cuya estructura básica se repite a diferentes escalas, como por ejemplo un copo de nieve o una nube”. (OMNIA, Real Periodismo de Chihuahua, [www.omnia.com.mx](http://www.omnia.com.mx))

Molina nos asegura que: “La secuencia Fibonacci está estrechamente ligada al desarrollo progresivo de estructuras dinámicas...” (Facundo Molina, Trader Collage, <http://www.tcollegeweb.com>)

Ya dijimos que se utiliza la raíz cuadrada cuando un fenómeno crece o decrece. El hecho de que se esté utilizando la raíz cuadrada, indica que se está calculando una media proporcional,  $\varphi$  es una media proporcional o geométrica.

La Media Proporcional matemáticamente se expresa así:

$$\text{Si } a/b = b/c \rightarrow b^2 = ac, \text{ entonces } b = \sqrt{ac}, b \text{ es la Media Proporcional.}$$

Al utilizar  $\varphi$  como un factor para entresacar un fenómeno directamente proporcional, como en el caso del incremento de la temperatura, nos demuestra que lo que nos da es una media proporcional de la misma.

La fórmula fue primeramente utilizada con los datos del Observatorio Meteorológico del Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual posee una antigüedad de 45 años, tomando en consideración la temperatura media anual de las siguientes décadas:

Década	Temperatura Media Decadal
1963 – 1972	14.9 °C
1973 – 1982	15.5 °C
1983 – 1992	15.9 °C
1993 -2002	16.3 °C

Observándose los siguientes resultados:

Segunda Década 1973 – 1982

Los GEI a considerar son Dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>; Metano, CH<sub>4</sub>, Óxido nitroso, N<sub>2</sub>O y los Clorofluorcarbonos.

Fórmula

$$It = \sqrt{Ca T^2 \varphi P_c C}$$

$$= \sqrt{3.77 \times 10^{-4} (15.5 \text{ °C})^2 1.6180 \times 1 \times 0.76}$$

$$= 0.33373 \text{ °C}$$

Datos

Para el CO<sub>2</sub>

$$Ca = 377 \text{ ppm}$$

$$3.77 \times 10^{-4} \text{ ppm}$$

$$T_{md} = 15.5 \text{ °C}$$

$$\varphi = 1.6180$$

$$I_t = \sqrt{7 \times 10^{-6} \times 240.25 \times 1.0114 \times 23 \times 0.13}$$

$$= 0.07131 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_c = 1$$

$$C = 76\% (0.76)$$

Para el CH<sub>4</sub>

$$C_a = 7 \text{ ppm}$$

$$7 \times 10^{-6} \text{ ppm}$$

$$T_{md} = 15.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\phi = 1.0114^*$$

$$P_c = 23$$

$$C = 13\% (0.13)$$

El valor de  $\phi$  varía cuando el valor de  $C_a$  se encuentra entre los 0-377 ppm; entonces se puede hacer una ecuación para calcularla:  $377/7=0.6180/x$ , el valor de  $x$  se adiciona a 1 y entonces nos da 1.0114.

$$I_t = \sqrt{3.18 \times 10^{-7} \times 240.25 \text{ } ^\circ\text{C}^2 \times 1.0005 \times 296 \times 6 \times 10^{-2}}$$

$$= 0.03140 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el N<sub>2</sub>O

$$C_a = 0.318 \text{ ppm}$$

$$3.18 \times 10^{-7} \text{ ppm}$$

$$T = 15.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1.0005$$

$$P_c = 296$$

$$C = 6\% = 0.06 = 6 \times 10^{-2}$$

$$I_t = \sqrt{8 \times 10^{-10} \times 240.25 \text{ } ^\circ\text{C}^2 \times 1 \times 11280 \times 5 \times 10^{-2}}$$

$$= 0.02481 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para los FC

$$C_a = 0.0008 \text{ ppm}$$

$$8 \times 10^{-10}$$

$$T = 15.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1.00000131$$

$$= 1$$

$$P_c = 11\ 280 \text{ (prom)}$$

$$C = 5\% = 0.05 = 5 \times 10^{-2}$$

Suma 1	CO <sub>2</sub> = 0.33373 °C
	CH <sub>2</sub> = 0.07131
	N <sub>2</sub> O = 0.03140
	FC = 0.02481

---


$$0.46125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tercera Década 1983-92

$$I_t = \sqrt{3.77 \times 10^{-4} \times (15.9)^2 \times 1.6180 \times 1 \times 0.76}$$

$$= 0.34234 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el CO<sub>2</sub>

$$C_a = 3.77 \times 10^{-4}$$

$$T = 15.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1.6180$$

$$P_c = 1$$

$$C = 0.76$$

Para el CH<sub>4</sub>

$$I_t = \sqrt{7 \times 10^{-6}} \times 252.81 \times 1.0114 \times 23 \times 0.13$$

$$= 0.07315 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Ca = 7 \times 10^{-6}$$

$$T = 15.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1.0114$$

$$Pc = 23$$

$$C = 0.13$$

$$I_t = \sqrt{3.18 \times 10^{-7}} \times 252.81 \times 1.005 \times 296 \times 6 \times 10^{-2}$$

$$= 0.04645 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el N<sub>2</sub>O

$$Ca = 3.18 \times 10^{-7}$$

$$T = 15.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1$$

$$Pc = 296$$

$$C = 6 \times 10^{-2}$$

$$I_t = \sqrt{8 \times 10^{-10}} \times 252.81 \times 1 \times 11280 \times 5 \times 10^{-2}$$

$$= 0.01063 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para los FC

$$Ca = 8 \times 10^{-10}$$

$$T = 15.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1$$

$$Pc = 11280$$

$$C = 5 \times 10^{-2}$$

Suma 2

$$CO_2 = 0.34234 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$CH_4 = 0.07315$$

$$N_2O = 0.01195$$

$$FC = 0.01063$$

---


$$0.43812 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cuarta Década 1993-02

$$I_t = \sqrt{3.77 \times 10^{-4}} \times (16.3)^2 \times 1.6180 \times 1 \times 0.76$$

$$= 0.35520 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el CO<sub>2</sub>

$$Ca = 3.77 \times 10^{-4}$$

$$T = 16.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1.6180$$

$$Pc = 1$$

$$C = 0.76$$

$$I_t = \sqrt{7 \times 10^{-6}} \times 265.69 \times 1.0114 \times 23 \times 0.13$$

$$= 0.07519 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el CH<sub>4</sub>

$$Ca = 7 \times 10^{-6}$$

$$T = 16.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Phi = 1.0114$$

$$Pc = 23$$

$$C = 0.13$$

$$I_t = \sqrt{3.18 \times 10^{-7} \times 265.69 \times 1.005 \times 296 \times 6 \times 10^{-2}} = 0.04009 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para el N<sub>2</sub>O  
Ca =  $3.18 \times 10^{-7}$   
T = 16.3 °C  
Φ = 1  
Pc = 296  
C =  $6 \times 10^{-2}$

$$I_t = \sqrt{8 \times 10^{-10} \times 265.69 \times 1 \times 11280 \times 5 \times 10^{-2}} = 0.01094 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para los FC  
Ca =  $8 \times 10^{-10}$   
T = 16.3 °C  
Φ = 1  
Pc = 11280  
C =  $5 \times 10^{-2}$

Suma 3	CO <sub>2</sub> = 0.35520 °C
	CH <sub>4</sub> = 0.07519
	N <sub>2</sub> O = 0.04009
	FC = 0.01094
	0.48142°C

Para demostrar que la fórmula es efectiva, se suma el incremento de la temperatura calculado con la fórmula, con la temperatura media anual de la década anterior y nos da aproximadamente la temperatura media anual de la década siguiente.

Y así:

$$\begin{aligned} \text{Temperatura Media Decadal 1963-72} &= 14.9 \text{ } ^\circ\text{C} + \\ \text{It de la siguiente década 1973-82} &= 0.46125 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\overline{15.36125 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 15.4 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Lo cual es aproximadamente los 15.5 °C de temperatura media decadal de la década siguiente 1973-82.

Así mismo a esta temperatura 15.5 °C, se le suma el It de la década 1983-92:

$$\begin{aligned} \text{Temperatura Media Decadal 1973-82} &= 15.5 \text{ } ^\circ\text{C} + \\ \text{It de la década 1983-92} &= 0.43812 \end{aligned}$$

$$\overline{15.93812 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Lo cual nos da los 15.9 °C de la temperatura media decadal de 1983-92.

Si llevamos a cabo la misma operación para la siguiente década, nos ofrece el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} \text{Temperatura Media Decadal 1983-92} &= 15.9 \text{ } ^\circ\text{C} + \\ \text{It de la d\u00e9cada 1993-02} &= 0.48142 \end{aligned}$$

$$\overline{16.38142 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Lo cual tambi\u00e9n nos da aproximadamente los 16.3  $^\circ\text{C}$  de la d\u00e9cada 1993-2002.

La eficiencia de la f\u00f3rmula para este lugar es del 95%.

Para Monterrey, tomando en consideraci\u00f3n el promedio de dos estaciones, DGE y Topo Chico, nos da lo siguiente:

D\u00e9cada	$^\circ\text{C}$
1963 – 72	22.31
1973 – 82	22.18
1983 – 92	22.28
1993 – 02	23.09

Como disminuye en la segunda d\u00e9cada, se usa otra modalidad (la del decremento) de la f\u00f3rmula  $It = \sqrt{Ca T^2 \phi'^2 P c C}$ , donde  $\phi' = -0.6180$ .

La suma 1=0.33  $^\circ\text{C}$ , la suma 2=0.65  $^\circ\text{C}$  y la suma 3=0.67

$$\begin{array}{r} \text{A la d\u00e9cada 63-72} = 22.3 \\ - 0.3 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{A la d\u00e9cada 73-82} = 22.18 \\ + 0.65 \\ \hline \end{array}$$

$$\overline{22.0 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\overline{22.8 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\begin{array}{r} \text{A la d\u00e9cada 83-92} = 22.28 \\ + 0.67 \\ \hline \end{array}$$

$$\overline{22.95 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

La eficiencia de la f\u00f3rmula es del 80%.

A nivel mundial veamos el ejemplo de Tokio en Jap\u00f3n:

D\u00e9cada	$^\circ\text{C}$
1963-72	15.32
1973-82	15.67
1983-92	15.90
1993-02	16.50

La suma 1= 0.43, la suma 2 = 0.43 y la suma 3 = 0.45  $^\circ\text{C}$

$$\begin{array}{r} \text{A la d\u00e9cada 63-72} = 15.32 \\ + 0.43 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{A la d\u00e9cada 73-82} = 15.67 \\ + 0.43 \\ \hline \end{array}$$

$$\overline{15.75 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\overline{16.10 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\begin{array}{r} \text{A la d\u00e9cada 83-92} = 15.90 \\ + 0.45 \\ \hline \end{array}$$

$$\overline{16.35 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

La eficiencia de la f\u00f3rmula en Tokio es del 90%.

Aplicado en la regi\u00f3n \u00e1rtica en Alert, Nunavut en Canad\u00e1:

D\u00e9cada	$^\circ\text{C}$
1963-72	-18.18

1973-82	-18.6
1983-92	-18.07
1993-02	-17.37
La suma 1 = 0.3, la suma 2= 0.42 y la suma 3 = 0.50 ° C.	
A la década 63-72 = -18.18	A la década 73-82 = -18.6
- 0.3	+ .42
-18.5 ° C	-18.18

A la década 83-92 = -18.07
+ 0.50
-17.57 ° C

La eficiencia en este lugar es del 90% aproximadamente.

Se aplicó así mismo en Amman, Jordania, con una eficiencia del 90%, en Los Ángeles con 80%, en Sapporo, Japón, con el 90%, Cambridge, U.K., con el 90%, Park Rapids, Minnesota, con el 80%; Sidney y Darwin en Australia con el 90% y otros más.

La fórmula, en esta su etapa preliminar, necesita algunos ajustes, como podrían ser:

- i) Considerar por cada lugar (estación o ciudad) los verdaderos valores de los GEI (valores locales).
- ii) Investigar que los datos de temperatura sean los correctos y no inventados, proyectados o estimados.
- iii) Que las temperaturas medias anuales y decadales sean calculadas de las medias mensuales y no de las extremas.
- iv) Que las temperaturas medias anuales no sean calculadas de períodos que se encimen (1961-2000, 1971-2000, 1981-2000 y otras).
- v) Desechar la temperatura media anual decadal, cuando provenga de un período menor a cinco años y de años consecutivos.
- vi) Considerar los mismos años para cada década (v.gr: 1963-72, 1973-82, 1983-92, 1993-02) para que las comparaciones sean verdaderamente referenciales en cuanto a observar la eficacia de la fórmula.

Todo lo anterior le resta eficiencia a la fórmula.

## BIBLIOGRAFÍA

- Applications of Fibonacci Numbers (2004), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 311 p.
- Bonan, Gordon (2002), Ecological Climatology (concepts and applications), Cambridge University Press, First Edition, 678 p.
- Braun, Eliezer (1996), Caos, Fractales y Cosas Raras, Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- (- Fibonacci, Leonardo Pisano (1987), The Book of Squares, An Annotated Translation into Modern English by LE Sigler Academic Press Inc, Orlando, Fla, USA, 124 p.
- Komissarov, G. G. (2005), Fotosíntesis, un Enfoque Físico-Químico, Editorial URSS, Moscú, Rusia, 258 p.
- Koshy, Thomas (2001), Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, John Wiley & Sons Inc, Danvers, MA, USA, 652 p.
- Moreno Castillo Ricardo (2004), Fibonacci, el Primer Matemático Medieval, Nivel Libros y Ediciones SL, Madrid, España, 109 p.
- Nebel, Bernard (1999), Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible, Prentice may Hispanoamericana, S.A., Naucalpan de Juárez, Edo de Mexico, 698 p.
- Pérez Tamayo, Ruy (1998), ¿Existe el Método Científico?, Historia y Realidad, Editado por El Colegio Nacional y el Fondo de Cultura Económica S.A de C.V., México, D.F., 297 P.

- Strasburger E. *et al* (2004), Tratado de Botánica, Ediciones Omega, S.A., 35ª Edición, Barcelona, Esp, 1131 p.
- Van Ypersele *et al* (2006), El Clima, Cambios, Peligros y Perspectivas, Editorial Popular, S.A., Madrid, Esp, 189 p.
- Vajda S (1989), Fibonacci & Lucas Numbers and the Golden Section -Theory and applications-, John Wiley & Sons, Ellis Horwood Limited, Chichester, England, 189 p.

#### Paginas Electrónicas

- revista.unam.mx 10 de Julio del 2005 Vol 6 No 2
- [www.sma.df.gob.mx](http://www.sma.df.gob.mx)
- [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
- <http://omega.ilce.edu.mx>
- <http://www.tcollegeweb.com>
- [www.explora.cl](http://www.explora.cl)
- 1031tensai.blogspot.com/
- criptociencia.blogspot.com/
- <http://www.livingstone-globe.com>
- [www.wasosz.lyndns.org](http://www.wasosz.lyndns.org)
- [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/)
- [www.noaa.gov/](http://www.noaa.gov/)
- smn.cna.gob.mx/
- [www.wmo.int/](http://www.wmo.int/)