



Jorge A. Amador Astúa

Por Jorge Amador del Centro de Investigaciones Geofísicas y Escuela de Física, UCR

## Voz experta: ¿El mundo natural se acerca al punto de no retorno?

Al ser el mundo natural un sistema acoplado, las consecuencias del calentamiento global llegan a todas las componentes del sistema climático, aunque en tiempos y con retrasos diferentes

4 JUN 2022 Sociedad

El mundo natural o mundo ambiental es todo aquello que no ha sido creado por el hombre. Este dominio natural está asociado al sistema climático terrestre, compuesto por la hidrosfera (conjunto de partes líquidas del globo terráqueo), la atmósfera (capa gaseosa que rodea nuestro planeta), la litósfera (envoltura rocosa que constituye la corteza exterior sólida del globo terrestre, la criosfera (partes de la Tierra donde el agua se encuentra en estado sólido) y la biosfera (conjunto de los seres vivos del sistema Tierra).

[LEA MÁS: Voz experta UCR](#)

Las interacciones entre estos elementos son parte de la esencia misma del mundo natural y están regidas por las leyes de la física, la química, la biología (entre otras disciplinas naturales), que actúan en espacio y tiempo de manera continua y no lineal. La continuidad se refiere a que no hay descanso entre esas interrelaciones, mientras que la no linealidad establece que los resultados de sus intercambios no son simplemente la suma de lo que ocurra en sus elementos básicos. En este caso, una pequeña perturbación en uno de sus componentes tiene por lo general una respuesta no repetible, no periódica y no exacta en los otros elementos del sistema climático; aunque en ocasiones puede producir [histéresis](#) en el sistema.

El estudio de la naturaleza se realiza usando la modalidad del método científico, en ocasiones experimental, teórico, o una combinación de ambos. Parece complicado, pero hay formas de entender mejor estos procesos, así que se abordarán aquí de manera simple.

Una de las propiedades características del medio ambiente o sistema complejo, son los puntos de no retorno o puntos de inestabilidad, como cuando un objeto cae debido a la gravedad en ausencia de otras fuerzas presentes, sin regresar nunca a su posición inicial. Una pelota totalmente simétrica y de masa homogénea situada en el punto más alto de una colina en forma de campana, se mantendría en esa posición a menos que algo la alterara. Dependiendo de algunos factores, como la masa de la pelota, una leve brisa, a pesar de perturbarla suavemente podría no ser suficiente para desviarla de esa posición de equilibrio. Si la brisa aumentara su velocidad, la pelota podría moverse de su estado inicial y caer por una de las pendientes, es decir la bola pasó de estar en una posición estable a una inestable, de manera que no volvería más a la posición inicial.

**Algo como esto podría ocurrir en el mundo natural, es decir, pasar de un estado estable o relativamente estable a uno inestable sin retornar a la condición original. Veamos un poco esos conceptos aplicados al medio ambiente.**

Los procesos físicos que determinan inicialmente el estado de ese sistema están relacionados con fases sucesivas externas al mundo natural en la Tierra, como es la radiación solar que proviene de ese astro, como uno de los denominados forzantes físicos, al igual que los ciclos de Milankovitch. Esa energía solar establece las formas en que interaccionan esos componentes, para mantener a largo plazo la estabilidad del sistema. En ocasiones en economía, se habla de la estabilidad monetaria de un país, lo que representa pocos o ningún cambio en las normas de compra y ventas de servicios, resultando en

ocasiones en una mayor inversión en bienes y derivados, más y mejores empleos y en general un ambiente social saludable. Ya se sabe lo que pasa cuando es todo lo contrario, sin importar sus raíces.

[ADEMÁS: Por Nicolas Boeglin, profesor de la Facultad de Derecho Voz experta: Acuerdo de Escazú. Breves apuntes sobre su primera Conferencia de Estados Parte \(COP\), y una ausencia notoria: Costa Rica \(y Chile\)](#)

Desde la aparición del hombre en la Tierra, sus necesidades para sobrevivir, impulsaron modificaciones al mundo natural, algunas de ellas sin mayor consecuencia para la estabilidad del sistema. Hace doscientos años (circa), la situación presentó un cambio como resultado de los avances científicos y tecnológicos de las épocas anteriores, pues en el entorno de las sociedades, éstas comenzaron a ser más demandantes de comida, salud y bienestar general. Como resultado de esas acciones hubo una alteración de la composición química de la atmósfera terrestre con consecuencias físicas y dinámicas no lineales en el resto de los componentes del sistema climático.

Los resultados de algunos investigadores como John Tyndall (circa 1822-1893), físico irlandés quien trabajó en la absorción de rayos de luz con coloides en 1859 y Svante Arrhenius (1857-1927), físico y químico sueco quien experimentó sobre la influencia del carbono en la temperatura superficial sobre el suelo en 1896, sugirieron (¿adelantaron?), lo que podría pasar si se alteraba de alguna manera la concentración del carbono natural del planeta. Tyndall demostró que diferentes gases interceptaban de manera distinta la radiación, y aunque este descubrimiento no fue totalmente probado, llegó a conocerse como el "efecto invernadero".

La historia olvidó, sin embargo, un trabajo de 1856, no reconocido sino hasta el 2011; los experimentos de Eunice Foote (1818-1888). Foote, estadounidense, física y activista por los derechos humanos sobre todo de las mujeres, fue una científica que realizó experimentos sobre las circunstancias que afectaban el calor de los rayos solares, específicamente del dióxido de carbono y el vapor de agua, el elemento conocido más activo del efecto invernadero. (3)

El año pasado, la Academia Nacional de Ciencias de Suecia, otorgó el Premio Nobel de Física a Syukuro Manabe (Universidad de Princeton), Klaus Hasselmann (Instituto Max Planck para la Meteorología) y Giorgio Parisi (Universidad La Sapienza Roma) por su trabajos en ciencias del clima-sistemas complejos, algo no reconocido anteriormente a estas ciencias de manera individual o conjunta. Manabe, Hasselmann y Parisi, representan muchas generaciones de investigador(a)s en física y física atmosférica, meteorología, matemática, oceanografía, informática y ciencias sociales, entre otras. Sus aportes a los principios fundamentales de los sistemas complejos, el problema de la modelación del clima global, su importancia en el entendimiento del calentamiento del sistema climático, así como de las consecuencias que este aumento en la temperatura puede traer en el mundo natural son algunas de las razones por ese Premio Nobel en Física.

Al ser el mundo natural un sistema acoplado, las consecuencias del calentamiento global llegan a todas las componentes del sistema climático, aunque en tiempos y con retrasos diferentes. Así por ejemplo, **ya existe evidencia de deshielo en los casquetes polares terrestres, un aumento en el nivel del mar y un incremento drástico en las tasas de extinción de especies y una disminución de las poblaciones de animales y plantas, hechos científicamente documentados** <sup>(1)</sup>. Todavía hay personas que no aceptan esto, sin embargo, la evidencia científica es cada vez más sólida alrededor de estos conceptos y sobre sus impactos en el mundo natural, algunos de estos últimos aún insospechados y en fase de investigación. Entre estos últimos se pueden mencionar la dificultad de atribuir científicamente algunos fenómenos relativamente menores como las lluvias intensas a los efectos del cambio climático.

**La situación es potencialmente desastrosa, a menos que se den cambios substanciales en el mundo natural**, por ejemplo, mediante una enérgica reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, por medio de un mejor manejo de los recursos terrestres en armonía con el medio ambiente y un refrescamiento de bosques y la protección de fauna y flora terrestre y marina.

Todos estos cambios y enfrentarlos han dado lugar a la creación de diversos grupos de investigación, entre ellos, lo que piensan que los cambios son tan robustos estadísticamente que se piensa en una nueva era geológica: el Antropoceno. Este término ha sido atribuido a Paul Crutzen (1933-2021) y a Eugene Stoermer (1934-2012) por un artículo publicado en el 2000 en el IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme, por sus siglas en inglés*). Crutzen fue un químico neerlandés ganador del premio Nobel de Química en 1995 y Stoermer, un reconocido biólogo estadounidense. Al parecer, un geólogo italiano Antonio Stoppani (1824-1891) había utilizado en uno de sus escritos sobre lo que él llamo la era antropozoica en 1873, aunque no hay duda de que el trabajo de Crutzen en la revista Nature en el 2002 ayudó a la popularización del término.

En estas fechas, el Grupo de Trabajo sobre el Antropoceno (Anthropocene Working Group<sup>(2)</sup>, por sus siglas en inglés) ha comenzado las evaluaciones para recomendar oficialmente el uso de Antropoceno como una nueva era geológica, reconociendo así la importancia del mundo natural en el que estamos: **"Una sola Tierra"**.

#### Referencias:

<sup>(1)</sup> <https://ensedeciencia.com/2022/05/22/la-sexta-extincion-masiva-de-la-tierra-ha-comenzado-segun-un-reciente-estudio/>

(2) [https://www.anthropocene-curriculum.org/contributors/anthropocene-working-group#:~:text=In%202022%2C%20the%20AWG%20will%20vote%20on%20which,the%20Anthropocene%20and%20the%20AWG%](https://www.anthropocene-curriculum.org/contributors/anthropocene-working-group#:~:text=In%202022%2C%20the%20AWG%20will%20vote%20on%20which,the%20Anthropocene%20and%20the%20AWG%20)

(3) Internet WSKU Public Radio News for Northeast Ohio.

### ¿Desea enviar sus artículos a este espacio?



Los artículos de opinión de *Voz experta UCR* tocan temas de coyuntura en textos de 6 000 a 8 000 caracteres con espacios. La persona autora debe estar activa en su respectiva unidad académica, facilitar su correo institucional y una línea de descripción de sus atestados. Los textos deben dirigirse al correo de la persona de la Sección de Prensa a cargo de cada unidad. En el siguiente enlace, puede consultar los correos electrónicos del personal en periodismo: <https://odi.ucr.ac.cr/prensa.html>

[Jorge Amador Astúa](#)

Centro de Investigaciones Geofísicas y Escuela de Física,  
UCR

[jorge.amador@ucr.ac.cr](mailto:jorge.amador@ucr.ac.cr)

**Etiquetas:** [antropoceno](#), [cambio climatico](#), [mundo natural](#), [#vozexperta](#).