



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

EL ALETEO DE UNA MARIPOSA SIGUE PROVOCANDO TORNADOS

esmaterialia.com

El aleteo de una mariposa sigue provocando tornados

by Miguel Ángel Criado • March 31, 2013 • 3 min read • original

La teoría del caos extiende su aplicación desde la meteorología hasta la criptografía. Se cumplen 50 años de la formulación científica del llamado "efecto mariposa"

En marzo de 1963, el matemático y meteorólogo estadounidense Edward Lorenz dejó bien claro por qué los hombres del tiempo se equivocan tanto. Bajo el anodino título de *Flujo determinista no-periódico*, publicó un artículo que, 50 años después, es uno de los más citados de la historia científica. Contenía la moderna formulación de la teoría del caos, según la cual los sistemas dinámicos como el clima son muy sensibles a las condiciones iniciales. Para hacer más digeribles sus ideas, durante una conferencia, planteó la siguiente pregunta: ¿puede el aleteo de una mariposa en Brasil producir un tornado en Texas?

Aunque Lorenz pudo coger prestado del escritor de ciencia-ficción Ray Bradbury la metáfora del efecto mariposa, los sistemas que siguen los patrones descritos en la teoría del caos son muy reales. El no tan ordenado movimiento de los satélites, el desplazamiento del plancton por los mares, el retraso de los aviones, la sincronización de las neuronas o el flamear de las banderas; todos son sistemas caóticos o, como prefieren llamarlos los físicos, "dinámicos no lineales".

Un par de años antes de publicar su seminal artículo, Lorenz estaba trabajando en el diseño de un modelo de predicción meteorológica. En una ocasión, durante la simulación de la convección de masas de aire, olvidó anotar los últimos valores numéricos de las variables que había obtenido. Decidió reiniciar el trabajo con los datos que sí tenía, acertando una cifra. Aquellos pocos decimales de menos resultaron en un cambio radical del tiempo estimado.

"La teoría del caos destaca la importancia de las condiciones iniciales para resolver un problema", dice Claudio Miranda, del Instituto de Física Interdisciplinaria y Sistemas Complejos (IFISCC) de la Universidad de la Universidad de las Illes Balears y el CSIC. "En la simulación del tiempo, si introduces los valores de tus variables con diferente precisión, en poco, el tiempo habrá cambiado enormemente", añade. Esa sensibilidad a las condiciones iniciales está en la base de la teoría y del efecto mariposa.

Otra de sus características es su dificultad para predecirlos. En la época de Lorenz no existían los modernos satélites ni las complejas redes de estaciones meteorológicas que hay hoy, pero ya entonces dejó claro que no se pueden hacer buenas predicciones del tiempo a

REFERENCIA: 3ACH136

Las nuevas fronteras de la materia y la energía

El aleteo de una mariposa sigue provocando tornados

by Miguel Ángel Criado • March 31, 2013 • 3 min read • [original](#)

La teoría del caos extiende su aplicación desde la meteorología hasta la criptografía. Se cumplen 50 años de la formulación científica del llamado “efecto mariposa”

En marzo de 1963, el matemático y meteorólogo estadounidense Edward Lorenz dejó bien claro porqué los hombres del tiempo se equivocan tanto. Bajo el anodino título de *Flujo determinista no-periódico*, publicó un artículo que, 50 años después, es uno de los más citados de la historia científica. Contenía la moderna formulación de la teoría del caos, según la cual los sistemas dinámicos como el clima son muy sensibles a las condiciones iniciales. Para hacer más digeribles sus ideas, durante una conferencia, planteó la siguiente pregunta: ¿puede el aleteo de una mariposa en Brasil producir un tornado en Texas?

Aunque Lorenz pudo coger prestado del escritor de ciencia-ficción Ray Bradbury la metáfora del *efecto mariposa*, los sistemas que siguen los patrones descritos en la teoría del caos son muy reales. El no tan ordenado movimiento de los astros, el desplazamiento del plancton por los mares, el retraso de los aviones, la sincronización de las neuronas o el flamear de las banderas; todos son sistemas caóticos o, como prefiere llamarlos los físicos, “dinámicos no lineales”.

Un par de años antes de publicar su seminal artículo, Lorenz estaba trabajando en el diseño de un modelo de predicción meteorológica. En una ocasión, durante la simulación de la convección de masas de aire, olvidó anotar los últimos valores numéricos de las variables que había obtenido. Decidió reiniciar el trabajo con los datos que sí tenía, acortando una cifra. Aquellos pocos decimales de menos resultaron en un cambio radical del tiempo estimado.

“La teoría del caos destaca la importancia de las condiciones iniciales para resolver un problema”, dice Claudio Mirasso, del [Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos](#) (IFISC) de la Universitat de les Illes Balears y el CSIC. “En la simulación del tiempo, si introduces los valores de tus variables con diferente precisión, en poco, el tiempo habrá cambiado enormemente”, añade. Esa sensibilidad a las condiciones iniciales está en la base de la teoría y del *efecto mariposa*.

Otra de sus características es su dificultad para predecirlos. En la época de Lorenz no existían los modernos satélites ni las complejas redes de estaciones meteorológicas que hay hoy, pero ya entonces dejó claro que no se pueden hacer buenas predicciones del tiempo a

medio plazo. Lo único que ha hecho la moderna tecnología es ganar días antes de que cualquier predicción sea víctima del caos.

Pero caos no significa azar. El humo de un cigarrillo, por ejemplo, es un movimiento caótico pero no caprichoso. Si se tuvieran los datos exactos de todas las variables que intervienen, desde el viento y dirección del aire, el polvo en suspensión, la combustión.... se podría predecir por donde irá tras la siguiente calada. "El problema es que el caos y el azar se parecen", recuerda Mirasso. Lo que hizo Lorenz fue someter a la ciencia a una cura de humildad.

Un orden celeste desordenado

Lorenz no fue el primero que destacó el papel del caos en todo lo que nos rodea. Ya en el siglo XIX, Henri Poincaré demostró que el orden de los cuerpos celestes establecido por Isaac Newton no era tal. Las órbitas de planetas y lunas no son tan exactas. "El problema es que, en nuestra escala del tiempo, nosotros no podemos verlo", explica Emilio Hernández-García, también del IFISC. Pero hasta Lorenz, lo de Poincaré era visto como una extravagancia de los matemáticos. Tras Lorenz, "el caos empezó a ser visto no como una rareza sino como lo normal", añade este investigador.

Hoy, la teoría del caos se aplica al estudio de un sinfín de los llamados modelos de dinámica no lineal. En el caso de Hernández-García, por ejemplo, lo hace en oceanografía. Estudia la estructura de las masas compactas de agua del mar para calcular su movimiento. Entre las aplicaciones de sus modelos estarían el [desplazamiento del plancton](#), con sus implicaciones en la biodiversidad marina y la pesca, o la lucha contra los vertidos de petróleo.

«El problema es que el caos y el azar se parecen»

Claudio Mirasso

investigador del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC)

Pero hay muchas otras aplicaciones, desde la [criptografía](#) caótica hasta la movilidad urbana, pasando por el tratamiento de enfermedades o el devenir de la bolsa. Mirasso ya demostró hace unos años las posibilidades del caos para transmitir información cifrada hace unos años en un experimento realizado en Atenas.

Pero, ¿existe aquel *efecto mariposa* que usó Lorenz para empezar su conferencia? La metáfora es muy sugerente y ha dado para varias películas, libros y hasta una cosmogonía sobre el papel del hombre en el mundo. Aunque para Mirasso, en la medida que indica que pequeñas variaciones, muchas veces imperceptibles, pueden tener grandes consecuencias, "no es una metáfora descabellada", para su colega Hernández-García, es poético pero inútil ya que "no sabemos si hubo aleteo o cuántas mariposas aletearon".



Vídeo | La teoría del caos, explicada con un péndulo. / [IFISC](#)
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=d3uOKIIEIoU

Original URL:
<http://esmateria.com/2013/03/31/el-aleteo-de-una-mariposa-sigue-provocando-tornados/>



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	El aleteo de una mariposa sigue provocando tornados
Autor:	Miguel Ángel Criado
Fuente:	<i>Materia</i> (España)
Resumen:	¿Puede el aleteo de una mariposa en Brasil producir un tornado en Texas? Esa es la interesante pregunta que Edward Lorenz planteó en una conferencia y que se corresponde con el conocido “efecto mariposa”. La cuestión tiene que ver con su célebre teoría del caos, según la cual los sistemas dinámicos son muy sensibles a sus condiciones iniciales.
Fecha de publicación:	31/03/13
Formato	☐ Noticia
	☒ Reportaje
	☐ Entrevista
	☐ Artículo de opinión
Contenedor:	☐ 1. Los retos de la salud y la alimentación
	☐ 2. Los desafíos ambientales
	☒ 3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	☐ 4. La conquista del espacio
	☐ 5. El hábitat humano
	☐ 6. La sociedad digital
	☐ 7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	3ACH136



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre la teoría del caos y el efecto mariposa:

1. Edward Lorenz dejó muy claro que el aleteo de una mariposa en Brasil no puede provocar un tornado en Texas.	V	F
2. Según Edward Lorenz los sistemas dinámicos como el clima perciben las condiciones iniciales.	V	F
3. Los sistemas caóticos son lo mismo que los sistemas dinámicos no lineales.	V	F
4. Edward Lorenz estaba trabajando en un modelo de predicción meteorológica que le llevó a fijarse en los importantes efectos de leves variaciones en las condiciones iniciales.	V	F
5. Caos y azar son sinónimos.	V	F
6. Lorenz no fue el primero en destacar la importancia del caos en los sistemas físicos.	V	F
7. La teoría del caos tiene aplicación en estudios oceanográficos.	V	F
8. La teoría del caos no tiene aplicación fuera del campo de las ciencias naturales.	V	F
9. Con dos péndulos dobles se pueden ejemplificar algunas características de los sistemas caóticos, especialmente la sensibilidad a las condiciones iniciales.	V	F
10. Todos los efectos del aleteo de una mariposa son completamente predecibles.	V	F

2. ¿Qué es el “efecto mariposa”? ¿En qué contextos se habla de él?

3. ¿Qué quiere decir que “los sistemas dinámicos como el clima son muy sensibles a las condiciones iniciales”?

4. ¿Qué es el azar? ¿En qué se diferencia del caos?

5. Busca información sobre Edward Lorenz y sobre el influyente artículo del que se habla en este reportaje.

6. Busca información sobre la teoría del caos y escribe un texto breve que ayude a una persona que no supiera nada de física a entender de qué trata.

7. ¿Qué son los sistemas caóticos? ¿Cómo les afectan las condiciones iniciales? ¿Es posible en ellos la predicción a largo plazo? ¿Qué aplicaciones tiene la teoría del caos?

8. Repasa el video al que corresponde la ilustración del final del reportaje (la dirección en Internet está al pie de la imagen) y comenta su contenido. ¿Podrías ilustrar con otros ejemplos análogos las características de los sistemas caóticos? ¿Te animas a diseñar situaciones que los ejemplifiquen? ¿Y a grabar un video comentando esas experiencias como lo hace el joven con el del movimiento de los péndulos dobles?



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. Las actividades 2 y 3 se centran en algunos de los conceptos centrales que se comentan en el reportaje, entre ellos el famoso y evocador “efecto mariposa”. También la actividad 4 que, en este caso, sugiere una reflexión sobre la diferencia entre azar y caos de la que también se habla en él. La actividad 5 propone ampliar información sobre el autor y el texto que sirven de base al contenido del reportaje. En la actividad 6 el propósito es intentar que la forma de expresión del contenido por el que se pregunta sea lo más accesible posible y pudiera resultar clarificadora, con el propósito de divulgación científica, incluso como documento publicable en algún contexto próximo. La actividad 7 pretende subrayar algunas de las características propias de los sistemas caóticos y enfatizar la aplicación práctica de este tipo de conocimientos. Enlazando con las oportunidades educativas que ofrece el diseño de experiencias como la que se expone en el video al que remite la parte final del reportaje en la actividad 8, se sugiere a los alumnos el diseño y grabación de alguna experiencia de ese tipo que, eventualmente, podría ser utilizada con fines pedagógicos.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente adecuadas para ser desarrolladas en equipo. Tal es el caso particularmente de la actividad 8.
- Los resultados de esa misma actividad 8 y quizá también de la 6 podrían ser compilados como muestras de lo que los jóvenes pueden desarrollar autónomamente en la indagación de nuevas estrategias de acceso y comprensión de contenidos científicos.