

# Large Deviations and Rare Transitions in Turbulent flows

## Resultados resumidos

### Estudio de los fenómenos extremos en flujos turbulentos

Un investigador francés estudia cómo los fenómenos extremos y las transiciones abruptas en flujos turbulentos pueden afectar al tiempo y al clima.



© Sabphoto, Shutterstock

Los flujos turbulentos, también conocidos como turbulencia, son movimientos fluidos caracterizados por cambios rápidos en la presión y la velocidad del flujo. Estos flujos turbulentos, como las atmósferas planetarias, los océanos y el flujo alrededor de una lámina de aire o una turbina eólica, sufren fuertes fluctuaciones en su estado medio. En algunos casos, incluso podrían cambiar repentinamente a una configuración de flujo completamente diferente.

«Aunque estos fenómenos extremos son cruciales para el tiempo, el clima y una serie de aplicaciones de ingeniería, siguen sin comprenderse muchos aspectos de los mismos», señala Corentin Herbert, físico investigador en la [Escuela Normal Superior de Lyon \(ENS\)](#). 

«Debido a que los flujos turbulentos tienen, en general, varios atractores metaestables, puede esperarse que existan transiciones abruptas en el océano y la atmósfera debido únicamente a su naturaleza turbulenta».

En el marco de TransTurb, un proyecto de investigación llevado a cabo con el apoyo

de las Acciones Marie Skłodowska-Curie, Herbert se propuso comprender mejor esos fenómenos extremos y las transiciones abruptas en flujos turbulentos.

## Un punto de inflexión para el clima mundial

El objetivo científico del proyecto era investigar si las transiciones espontáneas entre estados biestables no existían en absoluto en la atmósfera y si eran como las transiciones inducidas por el ruido estudiadas en la física estadística.

«Aunque es imposible saber cuándo ocurrirá la transición, generalmente la dinámica puede predecirse ya que el sistema siempre sigue el mismo camino para producir el fenómeno extraño», explica Herbert.

El fenómeno en el que se centró el proyecto, llamado superrotación ecuatorial, es una inversión de la dirección de los vientos alisios de superficie.

Herbert prosigue: «Mientras que en la Tierra prevalecen los vientos del este, en muchas atmósferas planetarias, como Venus, se observan vientos del oeste. Las transiciones abruptas a la superrotación podrían proporcionar un nuevo ejemplo de punto de inflexión para el clima mundial, o de forma más hipotética, para el cambio climático antropogénico».

El proyecto ha utilizado cálculos teóricos y simulaciones numéricas para demostrar inequívocamente que un mecanismo de retroalimentación entre las ondas ecuatoriales en la atmósfera y el viento de fondo produce biestabilidad y transiciones abruptas. El proyecto también aclaró en qué condiciones ocurre esto.

## Adaptación de algoritmos

Según Herbert, hay grandes dificultades técnicas para estudiar los fenómenos extremos en sistemas complejos. «El principal desafío es que nos interesan fenómenos extraños, para los cuales, por ende, tenemos pocas observaciones», declara.

«Las simulaciones numéricas directas del sistema no resuelven realmente el problema porque las mediciones de los modelos para flujos turbulentos o el sistema climático son costosas».

Para resolver este problema de muestreo, varios grupos han desarrollado algoritmos numéricos eficientes. «El segundo objetivo del proyecto TransTurb era demostrar que estos algoritmos pueden adaptarse para abordar cuestiones relevantes para fenómenos extraños en flujos turbulentos», explica Herbert.

«Gracias a la confianza en la experiencia de los algoritmos de fenómenos extraños, demostramos que tales algoritmos permiten la evaluación del tiempo típico entre dos sucesos de un fenómeno extraño, llamado “tiempo de retorno”».

## Herramientas disponibles para otros investigadores

Muchas de las herramientas numéricas desarrolladas durante el proyecto están ahora a disposición del público a través de [Github](#) . «Esto debería facilitar que otros investigadores perfeccionen y amplíen nuestros métodos y los apliquen a otros sistemas», añade Herbert.

«Espero que el proyecto haya mostrado a la comunidad del ámbito de la física que sus capacidades pueden ser útiles para muchos problemas fascinantes de la climatología».

## Palabras clave

TransTurb, flujos turbulentos, turbulencia, atmósfera, tiempo, clima, física, superrotación ecuatorial, climatología

## Descubra otros artículos del mismo campo de aplicación



Cómo afecta la sequía a las raíces de las plantas



Dos investigadores financiados con fondos europeos reciben el Premio Wolf 2025





mejora de la recopilación y gestión de datos en la ciencia ciudadana



Novedades acerca de HEAT-SHIELD: esclarecer los efectos de la exposición al calor en la productividad de los trabajadores industriales



## Información del proyecto

### TransTurb

Identificador del acuerdo de subvención:  
753021

[Sitio web del proyecto](#)

### DOI

[10.3030/753021](https://doi.org/10.3030/753021)

Proyecto cerrado

### Fecha de la firma de la CE

27 Noviembre 2017

### Fecha de inicio

1 Diciembre 2017

### Fecha de finalización

30 Noviembre 2019

### Financiado con arreglo a

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie  
Actions

### Coste total

€ 123 138,00

### Aportación de la UE

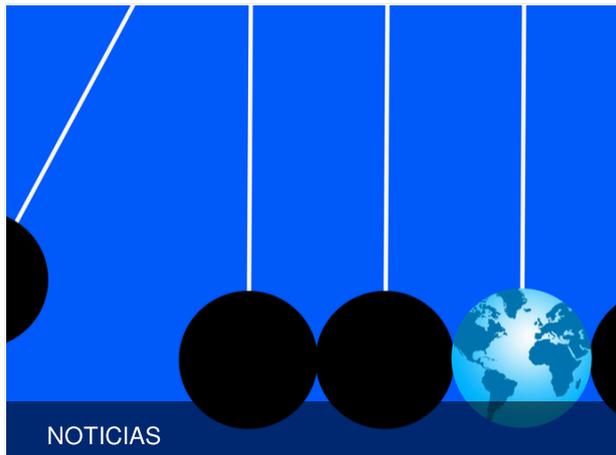
€ 123 138,00

### Coordinado por

CENTRE NATIONAL DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
CNRS

 France

## Artículos conexos

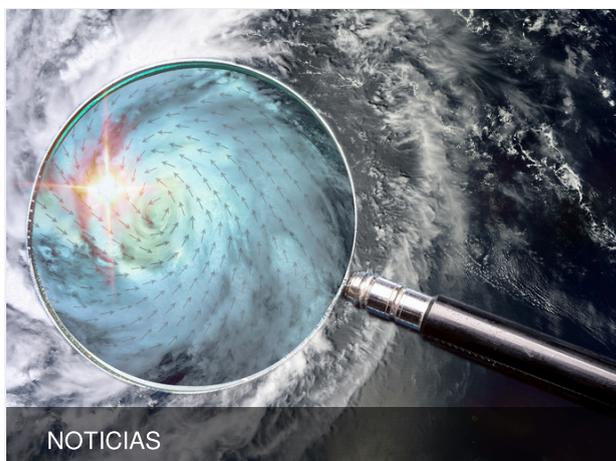


AVANCES CIENTÍFICOS

**Más allá del punto de inflexión climático: no siempre es tan crítico, pero no hay que relajarse**



11 Abril 2022



AVANCES CIENTÍFICOS

**No hay atajos posibles para calcular el aumento de la temperatura en los modelos climáticos**



25 Enero 2023

Última actualización: 5 Mayo 2020

**Permalink:** <https://cordis.europa.eu/article/id/415960-understanding-the-extreme-events-in-turbulent-flows/es>

European Union, 2025