

Predictibilidad de las teleconexiones oceánicas que modulan el clima del Atlántico Norte en invierno temprano mediante “deep learning”

Deep Learning identification of ocean teleconnections driving early-winter North Atlantic climate

V. Galván Fraile (1,2), I. Polo (1), M. Martín-Rey (1), B. Rodríguez-Fonseca (1,2), M.A. Balmaseda (3)

(1) Depto. Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid, España. (2) Instituto de Geociencias (IGEO), CSIC-UCM, Madrid, España. (3) European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), Reading, Reino Unido

RESUMEN

La predictibilidad estacional de la circulación atmosférica temprana invernal (noviembre-diciembre) en la región Euro-Atlántica está, en gran medida, condicionada por las anomalías de la temperatura superficial del mar (SST). Las regiones extratropicales presentan mayores desafíos, debido a la complejidad de sus procesos atmosféricos y la interacción de múltiples fuentes de señal predictiva. Los sistemas de predicción estacional actuales, que dependen en gran medida de fenómenos interanuales conocidos, como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), presentan sesgos importantes en las SSTs extratropicales, lo que reduce su capacidad predictiva en variables clave para la región Euro-Atlántica. Esto destaca la necesidad de desarrollar metodologías estadísticas alternativas que puedan superar dichas limitaciones. En este estudio se evalúa la capacidad predictiva de las anomalías globales de la SST para pronosticar anomalías de presión a nivel del mar (MSLP) durante noviembre-diciembre. Para ello, se emplean dos enfoques estadísticos: (i) Análisis de Covarianza Máxima (MCA), para identificar patrones dominantes de covariabilidad océano-atmósfera; (ii) redes neuronales (NN), diseñadas para capturar teleconexiones no lineales; y se comparan los resultados con los obtenidos por un modelo dinámico de predicción estacional (SEAS5 del ECMWF). Los resultados indican que el modelo basado en NNs tiene una capacidad predictiva similar a los sistemas dinámicos y a los enfoques estadísticos tradicionales, mejorándolos en ciertos aspectos clave de la variabilidad Euro-Atlántica. Entre 1995 y 2019, se observa una mejora significativa en la predicción del patrón del Atlántico Este (EA), mientras que para el período 1970-1994, se constata un aumento notable de la habilidad predictiva del índice de Oscilación del Atlántico Norte (NAO). El análisis de la no estacionariedad de las teleconexiones SST-MSLP permite identificar “ventanas de oportunidad” en las que los pronósticos estacionales son más fiables. Estos hallazgos contribuyen a una mejor comprensión de las teleconexiones forzadas por el océano en la región Euro-Atlántica, proporcionando información útil para el desarrollo de modelos predictivos más robustos y precisos. Asimismo, los resultados destacan la relevancia de combinar métodos lineales y no lineales para capturar la complejidad de las interacciones océano-atmósfera y mejorar la predicción estacional temprana del invierno.