

SIMULACIÓN DE UN CASO DE MCS EN LA REGIÓN CENTRAL ARGENTINA UTILIZANDO DIFERENTES PARAMETRIZACIONES DE MICROFÍSICA DE NUBES CON WRF

Guillermina P. Anasimele^{1,2}, Lucas Zapata³
ganasi@fcaglp.unlp.edu.ar

¹ Centro de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

³ Grupo de Modelado Numérico de la Atmósfera (MNA) FCAG-UNLP

Palabras clave: Modelado numérico, sistema convectivo de mesoescala, momentos.

1) INTRODUCCIÓN

Los sistemas convectivos de mesoescala (MCS) tienen un impacto significativo en la población y representan un desafío para el modelado numérico atmosférico, ya que involucran fenómenos extremos difíciles de representar por las parametrizaciones físicas de los modelos. Esto se debe a que integran una amplia variedad de complejos procesos en diferentes escalas temporales y espaciales, que abarcan desde la microfísica de nubes hasta la dinámica atmosférica regional.

Entre las distintas parametrizaciones físicas que se utilizan en los modelos, las de microfísica de nubes cumplen un papel fundamental en la representación de los MCS. En general, estas parametrizaciones se pueden clasificar en esquemas de un momento (1mom) y de dos momentos (2mom), aunque también existen variantes más complejas. Las de un momento modelan únicamente la masa de mezcla de cada tipo de hidrometeoro, mientras que las de dos momentos la predicen de manera simultánea junto con la concentración del mismo, permitiendo que la solución numérica evolucione en el espectro del tamaño. Esto repercute en la representación de la formación de la precipitación y otros procesos como la interacción entre fases. Simulaciones de un mismo evento meteorológico pueden presentar grandes diferencias si se aplica una u otro tipo de parametrización, principalmente afectando las distribuciones para parámetros como la temperatura de tope de nube (CTT), la reflectividad máxima (mdbz) y la precipitación (rainnc). (Morrison et al., 2009)

El objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño de parametrizaciones de microfísica de nubes de uno y dos momentos mediante una serie de simulaciones con el modelo WRF, aplicadas a un caso de estudio de MCS. El análisis se centra en la representatividad de los parámetros de interés ya mencionados.

2) CASO DE ESTUDIO

Durante los días 13 y 14 de diciembre de 2018, un MCS impactó de manera significativa principalmente en la región central de Argentina y Uruguay, donde se registraron tormentas localmente severas, fuerte actividad eléctrica, con registros de fenómenos ópticos en la

atmósfera superior (Transient Luminous Events, TLEs), abundante caída de agua en cortos períodos, ráfagas intensas y caída de granizo (liso de más de 50 mm de diámetro). También se registraron inundaciones, principalmente en las provincias de Córdoba, Buenos Aires y en distintas regiones de Uruguay.

Para las simulaciones con WRF se utilizaron como condiciones iniciales y de borde los análisis del modelo *Global Forecast System* (GFS) con resolución 0.25°. Se configuraron dos dominios anidados: D01, con una resolución de 9km, y D02, con una resolución de 3km, centrados en Córdoba, Argentina.. Se obtuvieron simulaciones horarias para un período que abarca desde el día 12 de diciembre de 2018, 18:00 UTC al 15 de diciembre, 00:00 UTC. Se realizaron dos grupos de simulaciones enfocados en la aplicación de parametrizaciones microfísicas: en el primer grupo se aplicaron los esquemas de un momento *Aerosol-aware & Hail/Graupel/Aerosol Thompson* (TAA) (Thompson and Eidhammer, 2014) y *WRF Single-moment 6-class* (WSM6) (Hong and Lim, 2006); luego, en el segundo grupo de simulaciones se utilizaron los esquemas *Morrison 2-moment* (M2) (Morrison et al., 2009) y *WRF Double Moment 6-class* (WDM6) (Lim and Hong, 2010).

Las estimaciones de CTT y mdbz obtenidas con WRF se contrastaron cualitativamente con mapas de infrarrojo de onda larga de GOES-16, canal 13 y mosaicos de reflectividad de radares, extraídos del repositorio de la misión Relámpago. Las estimaciones de precipitación fueron contrastadas con datos observacionales provenientes de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

3) PRIMEROS RESULTADOS

Se compararon las estimaciones horarias correspondientes al dominio D02 de las parametrizaciones TAA (1mom) y M2 (2mom) para el período que abarca desde la 01:00 UTC a las 07:00 UTC.

En la Figura 1 se muestra una comparación de las estimaciones del parámetro CTT donde puede observarse que en gran parte del área de interés, el esquema TAA tendió a subestimar los valores mostrados por el satélite, mientras que los resultados del esquema M2 fueron más representativos de la distribución real. Esta tendencia también se repite en las estimaciones de rainnc cuando se compara con la precipitación acumulada en 24 hs a partir del 13-12-2018 09:00 UTC. En cambio, para el parámetro mdbZ, las simulaciones que utilizan el esquema M2 tienden a sobreestimar los valores registrados en los datos de radar.

Los primeros resultados obtenidos indican que, en el caso de los esquemas de un momento analizados, se ve limitada la representación de la temperatura de tope de nube para este caso de estudio particular. Sin embargo, se observa una mejora en la estimación de la reflectividad máxima durante la hora de mayor intensidad de la tormenta.

Por otro lado, las simulaciones que utilizan esquemas de dos momentos tienden a sobreestimar la reflectividad máxima, aunque logran una mejor representación de la precipitación.

Si bien los esquemas de doble momento ofrecen un desempeño razonablemente bueno, lo hacen a un costo computacional más alto en términos de tiempo de simulación y uso de recursos. La elección entre uno u otro dependerá tanto de los objetivos específicos del estudio como de los recursos computacionales disponibles.

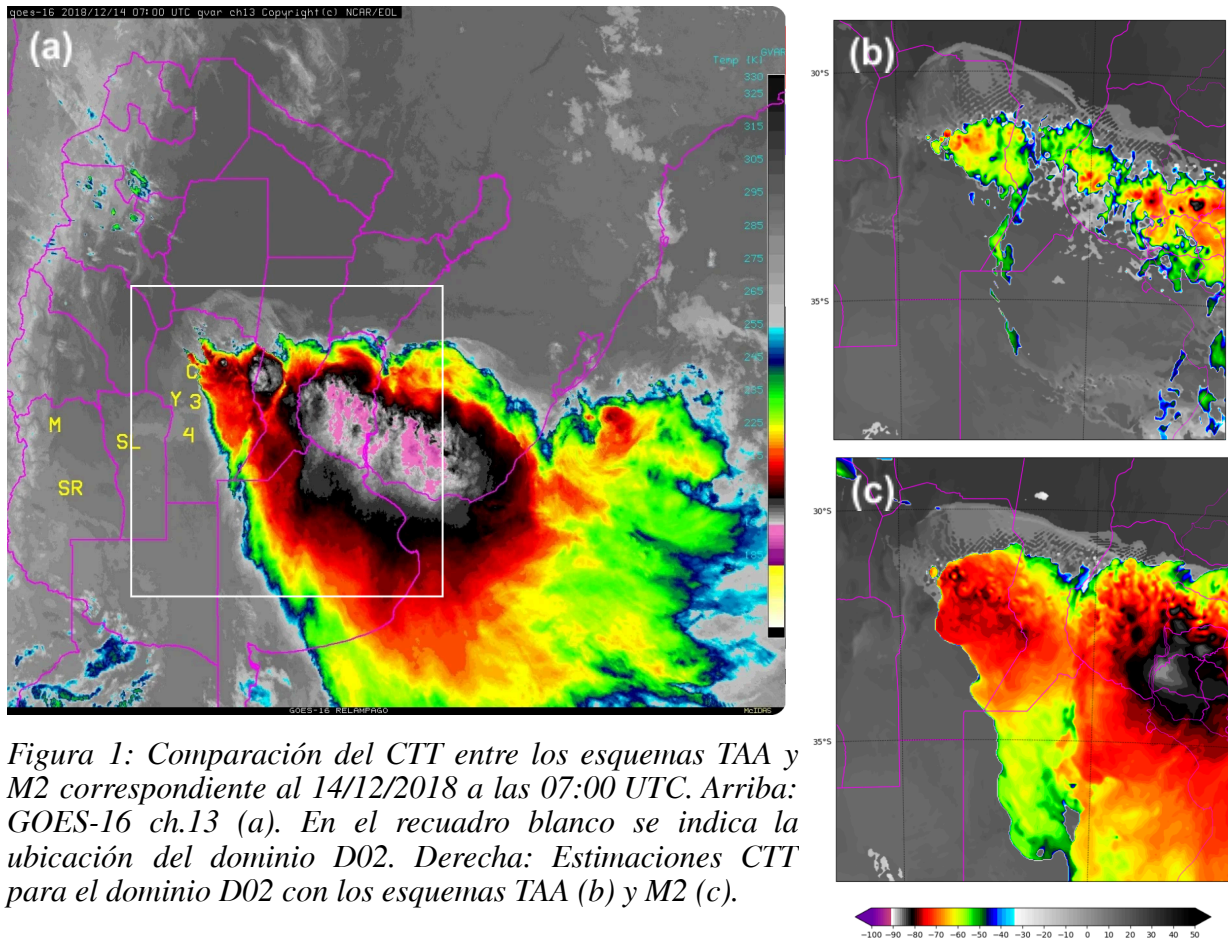


Figura 1: Comparación del CTT entre los esquemas TAA y M2 correspondiente al 14/12/2018 a las 07:00 UTC. Arriba: GOES-16 ch.13 (a). En el recuadro blanco se indica la ubicación del dominio D02. Derecha: Estimaciones CTT para el dominio D02 con los esquemas TAA (b) y M2 (c).

RECONOCIMIENTOS

Los resultados del presente estudio fueron realizados como parte de los trabajos prácticos del curso de Modelado Numérico de la Atmósfera dictado en la FCAG en 2024.

REFERENCIAS

Hong S.-Y. y Lim J.-O. J., 2006: The WRF single-moment 6-class microphysics scheme (WSM6). *J. Korean Meteor. Soc.*, **42**, 129–151.

Lim, K.-S. S., y Hong S.-Y., 2010: Development of an effective double-moment cloud microphysics scheme with prognostic cloud condensation nuclei (CCN) for weather and climate models. *Mon. Wea. Rev.*, **138**, 1587–1612.

Morrison H., Thompson G. y Tatarskii V., 2009: Impact of Cloud Microphysics on the Development of Trailing Stratiform Precipitation in a Simulated Squall Line: Comparison of One- and Two-Moment Schemes. *Mon. Wea. Rev.*, **137**, 991–1007.

Thompson G. y Eidhammer T., 2014: A study of aerosol impacts on clouds and precipitation development in a large winter cyclone. *J. Atmos. Sci.*, **71.10**, 3636–3658.