Curso de posgrado DCAO: Modelado de Fluidos Geofísicos

Prof. responsable: J. Ruiz, L. Fita
Periodo: 17-28 Julio 2023
Carga horaria: 60 horas puntos doctorado UBA: 3 Arancel: categoría 3
Ref. Expte. CD N° 934/2021 y 232/2022

El programa del curso propone introducir a les estudiantes en los aspectos técnicos del simulado de un fluido geofísico. El objetivo principal del curso es capacitar a les estudiantes para adquirir los conocimientos básicos necesarios para el desarrollo de modelos de geofluídos. Para conseguirlo, se propone dos objetivos: (1) conseguir habilidades de programación en el lenguaje Fortran, (2) entender la estructura y código de un modelo de simulado de geofluidos.

El modelado de fluidos geofísicos (atmósfera, océano, sistema climático) es una herramienta básica para el estudio del océano y la atmósfera. El desarrollo de estos modelos requiere de la interacción de múltiples áreas científicas: el planteamiento de las ecuaciones del sistema a simular, implementación numérica de la resolución de dichas ecuaciones y entorno computacional necesario para la ejecución del modelo. Si bien el uso de los modelos es muy extendido, la comunidad de desarrollo y mantenimiento de los mismos es muy reducida y requiere del dominio de muchas habilidades distintas. Esto hace que en muchas ocasiones, los modelos sean utilizados como meras herramientas, con desconocimiento de sus detalles internos usándose como una 'caja negra'. Este curso dotará a les estudiantes de los recursos suficientes para entender la estructura y código de los modelos. De esta manera, les estudiantes podrán tomar conocimiento de aspectos del modelo y si su actividad lo requiriera, capacitarles para modificar/reparar/ampliar dichos códigos.

El curso se divide en dos grandes módulos. Ambos módulos constan de parte teórica y práctica:

- **Fortran**: En este primer módulo les estudiantes van a aprender a programar en el lenguaje Fortran. Casi la totalidad de los modelos de geofluídos están escritos en este lenguaje. Así se hace imprescindible saber programar en él. Se darán las nociones básicas de Fortran-90 y de su programación en paralelo. Se impartirán clases teóricas de 2 horas por días y el resto en sesiones prácticas de 5 horas.
  - módulo 1: Nociones sobre lenguajes de alto nivel y no interpretados. Instrucciones básicas Fortran-77, bucles, entrada/salida, subrutinas, funciones, etc ...
  - módulo 2: Instrucciones básicas Foretran90 I: Locación dinámica de matrices, funciones matriciales, `CASE`, funciones intrínsecas
  - módulo 3: Instrucciones básicas Fortran 90 II: configuración namelist, uso de attributos, punteros, tipos derivados, modularidad
  - módulo 4: Uso de librerías externas (ej. netcdf), paralelismo.
  - módulo 5: Manejo de códigos complejos: debugging, makefiles.
- **Modelos**: En el segundo módulo les estudiantes van a recibir descripciones generalistas de modelos geofluídos, con enfásis en el 'Modèle de Circulation Générale du LMD', (LMDZ) modelo de circulación atmosférica general), *'Weather Research and Forecasting'* (WRF) modelo de atmósfera regional y el *'Organising Carbon and Hydrology In Dynamic Ecosystems'* (ORCHIDEE) modelo de suelo y *'Nucleus for European Modelling of the Ocean'*, (NEMO) modelo de océano. Se van a dar nociones sobre los forzantes, resolución numérica de ecuaciones, estabilidad numérica, estructura de los códigos, paralelización, entrada/salida entre otros. Se van a dar clases teóricas de 2 horas con la proposición de un trabajo relacionado con el entendimiento del código de alguno de los modelos presentados. La resolución de la tarea se hará mediante una presentación en la última sesión de pácticas.
  - módulo 1: Nociones generales sobre dinámica de fluidos y su modelado, tipos de modelos, estructura código, compilado, uso
  - módulo 2: Discretización espacial y temporal, dinámica/esquemas
  - módulo 3: Entrada/salida, Forzantes, configuración simulación, desarrollo de modelos
  - módulo 4: Integración, estabilidad numérica
  - Evaluación trabajo código en modelos

Bibliografía

- 'Modèle de Circulation Générale du LMD', (LMDZ, https://lmdz.lmd.jussieu.fr//)
- *'Weather Research and Forecasting'* (WRF, https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model)
- *'Organising Carbon and Hydrology In Dynamic Ecosystems'* (ORCHIDEE, https://orchidee.ipsl.fr/)
- *'Nucleus for European Modelling of the Ocean'*, (NEMO, https://www.nemo-ocean.eu/)
- F. Hourdin, I. Musat, S. Bony, P. Braconnot, F. Codron, J.-L. Dufresne, L. Fairhead, M.-A. Filiberti, P Friedlingstein, J.-Y. Grandpeix, G. Krinner, P. Levan, Z.-X. Li, and F. Lott. The LMDZ4 general http://dx.doi.org/10.5065/1dfh-6p97circulation model : climate performance and sensitivity to parametrized physics with emphasis on tropical convection. Climate Dynamics, 27 :787–813, 2006.
- Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Liu, Z., Berner, Wei Wang, Jordan G. Powers, Michael G. Duda, Dale Barker, Xiang-yu Huang, (2019). A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4 (No. NCAR/TN-556+STR). doi:10.5065/1dfh-6p97
- Krinner, G., N. Viovy, N. de Noblet-Ducoudré, J. Ogée, J. Polcher, P. Friedlingstein, P. Ciais, S. Sitch, and I. C. Prentice (2005), A dynamic global vegetation model for studies of the coupled atmosphere-biosphere system, Global Biogeochemical Cycles, 19, GB1015, doi:10.1029/2003GB002199.
- Gurvan Madec and NEMO System Team, (2019) "NEMO ocean engine", Scientific Notes of Climate Modelling Center (27) – ISSN 1288-1619, Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)